



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# PIIRUSTUSASETUSTEN MUKAUTTAMINEN TEKLA STRUCTURES -OHJELMASSA

TEKIJÄ: Jarno Hänninen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Jarno Hänninen			
Työn nimi Piirustusasetusten mukauttaminen Tekla Structures -ohjelmassa			
Päiväys	30.5.2016	Sivumäärä/Liitteet	48/ 145
Ohjaaja(t) Viljo Kuusela, lehtori, Harry Dunkel, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööritoimisto Laaturakenne Oy, Savonia-ammattikorkeakoulu			
Tiivistelmä  <p>Tämän opinnäytetyön tavoite oli tutkia betonielementtipiirustusten tuottamista <i>Tekla Structures</i>-tietomallinnusohjelmassa ja tehdä elementtipiirustusohjeet, sekä ohjeistus Insinööritoimisto Laaturakenne Oy:lle. Yrityksen toiveena oli, että työn tulosten avulla voitaisiin säästää piirustusten tuottamiseen kuluva aikaa.</p> <p>Työ aloitettiin selvittämällä tietomallinnusta käsittelevien ohjeiden antamat suositukset piirustusten tasosta ja sisällöstä. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 käsittelee tietomallinnuksen hyödyntämistä suunnitteluprosessissa eri suunnittelualojen näkökulmista. BEC 2012 on Betoniteollisuus Ry:n ja Tekla Oyj:n yhteistyössä erityisesti betonielementtien tietomallinnusta varten kehitetty ohje, jonka tavoite on ollut yhdenmukaistaa suunnittelua ja tehostaa tietomallin käyttöä suunnittelussa.</p> <p>Lähtökohdaksi piirustusten tuottamiseen otettiin Insinööritoimisto Laaturakenne Oy:n Aurinkokivi-palvelutalon projekti, sekä BEC2012-ohjeen yhteydessä kehitetyt mallipiirustukset, joita täydennettiin yrityksen omien tarpeiden ja aiemmin tuotettujen piirustusten pohjalta. Mallipiirustukset eivät sisältäneet piirustusasetuksia, joten ne kehitettiin työn yhteydessä. Työtä tehtiin <i>Tekla Structures</i> -ohjelmalla, johon Tekla Oyj tarjosi lisenssin tätä opinnäytetyötä varten.</p> <p>Työn tuloksena tehtiin Insinööritoimisto Laaturakenne Oy:lle <i>Tekla Structuresin</i> piirustusasetuksia käsittelevä ohje, sekä mukautetut piirustusohjeet väliseinä-, sandwich- ja massiivilaattaelementtejä, sekä pilareita ja palkkeja varten.</p>			
Avainsanat Tekla Structures, tietomallinnus, piirustusasetukset			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Jarno Hänninen			
Title of Thesis Customization of Drawing Settings in Tekla Structures			
Date	30 May 2016	Pages/Appendices	48/ 145
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Lecturer, Mr. Harry Dunkel, Lecturer			
Client Organisation /Partners Insinööritoimisto Laaturakenne Oy, Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to study drawing creation features in <i>Tekla Structures</i> building information modeling (BIM) software and to produce drawing templates for concrete elements and write instructions for Insinööritoimisto Laaturakenne Oy.</p> <p>The work began by studying guidebooks covering the use of building information modeling and their instructions on quality and contents of drawings. YTV 2012 deals with use of building information modeling as part of the designing process. BEC 2012 is guidebook developed by Betoniteollisuus Ry and Tekla Corporation to standardize precast concrete designing in <i>Tekla Structures</i> and to optimize the usage of BIM in the design process.</p> <p>Insinööritoimisto Laaturakenne Oy offered their Aurinkokivi project as a basis for the work in the thesis. Drawing examples from BEC2012 were used as a starting point. More features were added according to the company's wishes and previously produced drawings. Drawing examples did not contain any actual drawing settings, so they were developed during the thesis work. The work was done using the <i>Tekla Structures</i> software to which Tekla Corporation provided the licence for.</p> <p>As a result of this thesis, a guidebook detailing drawing settings of <i>Tekla Structures</i> was written for Insinööritoimisto Laaturakenne Oy and drawing templates for concrete partition walls, sandwich elements, beams, columns and slabs were created to be used in future projects.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Tekla Structures, building information modeling, drawing settings</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Opinnäytetyön lähtökohdat ja menetelmät .....	6
1.2	Insinööritoimisto Laaturakenne Oy .....	6
1.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	6
2	ALUSTAVA TUTKIMUS TIETOMALLINNUKSESTA JA SEN STANDARDEISTA .....	7
2.1	Tietomallinnus suunnittelumenetelmänä .....	7
2.2	Tietomallinnuksen standardit .....	7
2.2.1	Yleiset tietomallivaatimukset .....	7
2.2.2	BEC2012-ohje .....	9
3	PIIRUSTUSPOHJIEN KEHITYSTYÖKALUT .....	11
3.1	Aurinkokivi-projekti .....	11
3.2	Tekla Structures versiohistoria ja laajennukset .....	12
4	PIIRUSTUSASETUSTEN MUKAUTTAMINEN.....	14
4.1	Tekla Structuresin piirustukset .....	14
4.2	Piirustusten luominen .....	15
4.3	Mitoitustoimintojen aktivoiminen mallissa .....	17
4.4	Drawing Properties .....	18
4.4.1	Titles.....	19
4.4.2	Layout.....	19
4.4.3	View Creation .....	20
4.4.4	Section view ja Detail view .....	22
4.4.5	Protection .....	22
4.5	View properties.....	22
4.5.1	Attributes .....	23
4.5.1	Objects.....	24
4.5.1	Filter .....	25
4.5.2	Dimensioning .....	26
4.5.3	Dimensioning rule properties .....	28
4.5.4	Marks .....	29
5	TULOKSET .....	31



6 POHDINTA.....	32
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	33
LIITE 1: PIIRUSTUSESIMERKIT .....	34
LIITE 2: BEC2012 VALUTARVIKEOHJE.....	42
LIITE 3: TEKLA STRUCTURESIN NUMEROINTISUOSISTUS.....	43
LIITE 4: TEKLA STRUCTURES -ELEMENTTIPIIRUSTUSASETUKSET (SALAINEN) .....	48

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja menetelmät

Tämän opinnäytetyön tavoite on selvittää piirustusasetusten mukauttamista *Tekla Structures* -tietomallinnusohjelmassa ja tätä yleisesti helpottavia keinoja ja toimintatapoja myös mallinnuksen puolella. Piirustusten tuottaminen muodostuu usein *Tekla Structures* -tietomallinnukseen pohjautuvassa rakennesuunnittelussa aikaa vieväksi osa-alueeksi, vaikka mallinnus itsessään sujuisikin ja siksi valmiit piirustus pohjat ovat suunnittelun tehokkuuden kannalta ensiarvoisen tärkeitä.

Työssä tuotetaan Insinööritoimisto Laaturakenne Oy:lle *Tekla Structuresiin* piirustus pohjat useille elementeille, sekä tehdään ohjeet, joiden avulla pohjia voidaan sekä muokata, että luoda lisää tarvittaessa. Raportissa tarkastellaan työn suoritusmenetelmiä. Varsinaiset asetukset selostetaan erillisessä liitteessä, jota ei julkaista työn yhteydessä Laaturakenne Oy:n toivomuksesta.

Työ tehdään Teklan opinnäytetyötä varten myöntämällä täydellä *Tekla Structures 21* -lisenssillä ja Laaturakenne Oy:n Aurinkokivi-palvelutaloprojektin mallia käyttäen. Mallista saadaan valmiit elementit piirustus pohjien testaamiseen ja muokkaamiseen, jotta nämä täyttäsivät yrityksen tarpeet.

## 1.2 Insinööritoimisto Laaturakenne Oy

*Insinööritoimisto Laaturakenne Oy* on vuonna 2005 perustettu kuopiolainen suunnittelutoimisto. Yrityksen toimialoja ovat rakenne- ja elementtisuunnittelu, sekä rakenteelliset asiantuntijapalvelut ja laskentaohjelmistojen myynti. Laaturakenne toimii pääasiassa Suomen markkinoilla ja sen Kuopion toimipisteessä työskentelee 4 suunnittelijaa. (Laaturakenne.com)

## 1.3 Lyhenteet ja määritelmät

BIM = tietomallinnus (building information modeling)

Cast unit = betonielementti Tekla Structures –ohjelmassa

GUID = mallikohtaisesti uniikki tunniste, joka annetaan tietomalleissa jokaiselle mallin osalle (globally unique identifier)

Komponentti = mallinnustyökalu Tekla Structures –ohjelmassa

Part = Osa Tekla Structures –ohjelmassa

Reinforcement = rauditus Tekla Structures -ohjelmassa

TS = Tekla Structures –tietomallinnusohjelma

YTV = Yleiset tietomallivaatimukset

## 2 ALUSTAVA TUTKIMUS TIETOMALLINNUKSESTA JA SEN STANDARDEISTA

Työn tavoite oli tuottaa Laaturakenne Oy:lle piirustusohjat yleisimpiä elementtejä varten. Samalla haluttiin varmistaa pohjien yhteensopivuus alan yleisten ohjeiden kanssa. Tätä varten työn pohjalle tehtiin alustavaa tutkimusta tietomallinnuksen hyödyistä piirustusten tuotannossa, sekä tietomallinnusta käsittelevistä standardeista. Tässä luvussa tarkastellaan tietomallinnusta yleisesti, sekä kahta työn kannalta tärkeintä standardia ja niiden sisällön vaikutuksia työn sisältöön.

### 2.1 Tietomallinnus suunnittelumenetelmänä

Tietomallinnus on kasvava rakennus- ja rakennesuunnittelun osa-alue, josta varsinkin suurempien projektien yhteydessä on tullut enemmän vaatimus, kuin suositus. Varsinkin kohteissa, joissa samaa projektia työstää useampi suunnittelija tai jopa useampi suunnittelutoimisto, tietomallinnuksen hyödyt tulevat parhaiten esiin. Suunnitelmien ristiriidat tulevat kolmiulotteisessa mallissa suoraan esille, mikä helpottaa suunnittelijoiden välistä kommunikaatiota ennaltaehkäisten selkeimmät virheet kokonaan. Malleihin voidaan myös liittää esimerkiksi aikatauluja ja kustannusohjausta helpottavaa tietoa tai niistä voidaan siirtää tietoa rakennelaskentaohjelmiin. (Elementtisuunnittelu.fi)

Monissa tapauksissa perinteisten kaksiulotteisten piirustusten tuottaminen tietomallista on kuitenkin osoittautunut odotettua hankalammaksi. Malli ja piirustus ovat erilaiset näkymät samaan tietomalliin, mutta piirustuksen ulkonäölle ja sisällölle on asetettu tarkemmat vaatimukset. Opinnäytetyö käsittelee tätä tietomallin ja piirustusten suhdetta *Tekla Structures* -ohjelmassa.

*Tekla Structures* on suomalaisen Tekla-yhtiön kehittämä tietomallinnusohjelmisto, joka on suunnattu erityisesti rakennesuunnittelutoimistoille. Ohjelmistossa on työkalut rakennusten betoni- ja teräsraakenteiden kolmiulotteiseen mallintamiseen, sekä piirustusten ja raporttien tuottamiseen mallista. Ohjelmiston luvataan toimivan monimutkaistenkin rakenteiden kanssa ja se on saavuttanut suosiota teollisuuden piirissä. Ohjelma tukee kansainvälistä IFC-standardia ja siten tiedonsiirto muiden standardimukaisten ohjelmien välillä on jossain määrin mahdollista, vaikka paljon Tekla-tietomallien sisältämää tietoa voikin kadota muutoksessa.

### 2.2 Tietomallinnuksen standardit

Tietomallinnusta on pyritty johdonmukaistamaan ja yhtenäistämään luomalla erilaisia standardeja, jotka ohjeistavat tietomallinnuksen eri osa-alueita. Yleisten käytäntöjen tarve on kasvanut tietomallinnuksen yleistyessä, jotta yrityskohtaiset toimintatavat eivät aiheuta ristiriitoja yhteistyöprojekteissa. Tietomallinnusstandardeista työn kannalta oleelliset ovat Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja BEC 2012.

#### 2.2.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Yleiset tietomallivaatimukset (YTV 2012) on alun perin Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaissut tietomallinnusta hyödyntävää suunnitteluprosessia määrittävä standardi. Vaatimukset päivitettiin



käytännössä sitä, ettei jo luotua osaa saa poistaa ja luoda uudelleen, koska tämä tuottaisi sille uuden GUID-tunnuksen. Muutokset tehdään ainoastaan alkuperäistä osaa muokkaamalla. Näin ohjelmassa säilyy tieto osan muutoksista.

Nimeäminen on tietomallinnuksessa myös tärkeä seikka, koska tavoite on, että malliin lisättyä tietoa käytetään mahdollisimman paljon hyödyksi. Yhtenäiset käytännöt nimeämisessä säästävät aikaa ja selkeyttävät projektin kokonaisuutta. Tietomallin nimeämiskäytännöistä on sovittava projektikohtaisesti kaikkien suunnitteluprojektiin osallistuvien kesken. Tämä muodostuu piirustuksia tuottaessa tärkeäksi varsinkin, kun piirustuksiin haetaan tietoa mallista. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012)

## 2.2.2 BEC2012-ohje

BEC2012 on Yleisiä tietomallivaatimuksia käytännönläheisempi tietomallinnusta käsittelevä ohje. Se syntyi samannimisen projektin tuloksena vuosina 2011–2012. Projektissa oli mukana betonteollisuuden, rakennesuunnittelijoiden ja Tekla Oyj:n toimijoita. BEC:n tavoitteena on ollut yhtenäistää ja kehittää mallinnustapoja ja tiedonsiirtoa erityisesti tilanteissa, joissa samaa mallia työstää useampi toimisto. Tällöin yhteiset mallinnussäännöt nousevat tärkeään rooliin. (BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje)

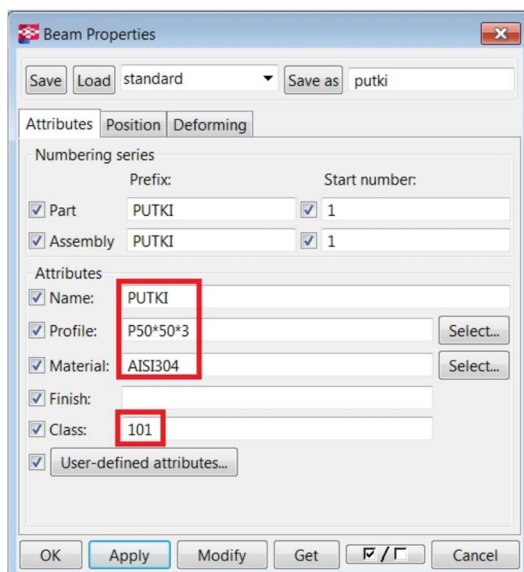
Tämän työn piirustusasetuksia laadittaessa oletettiin, että elementit mallinnetaan aina BEC-ohjeen mukaisesti. Ohje painottaa erityisesti projektin alkuvaiheessa tapahtuvaa yhteistä sopimista asioista, joita ei ohjeessa erikseen määrätä tehtäväksi tietyllä tavalla.

BEC ei ota kantaa mallinnustapoihin. Työkalujen tai komponenttien käyttö on vapaata, mutta sen sijaan lopputuloksesta löytyvä tieto on määrätty elementtikohtaisesti. Myös paikat, joihin tieto tallennetaan, on määrätty, jotta TS:n luettelot ja raportit toimisivat halutulla tavalla. (Kuva 2)

Property	Value
Suunniteltukäyttöikä:	<input checked="" type="checkbox"/> 100 v
Rasitusluokka:	<input checked="" type="checkbox"/> 50 v
Paloluokka:	<input checked="" type="checkbox"/> XC1
	<input checked="" type="checkbox"/> XC3,5 - XF1
	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> Sisäkuori
	<input checked="" type="checkbox"/> Ulkokuori
	<input checked="" type="checkbox"/> Sisäkuori
	<input checked="" type="checkbox"/> Ulkokuori

Kuva 2. Esimerkiksi elementtien suunnitellulle käyttöiälle, rasitusluokalle ja paloluokalle on omat kenttensä elementin tiedoissa (BEC2012).

Elementin pienempiä yksityiskohtia ja osia tarkasteltaessa määrittely ei ole enää yhtä tarkkaa. Valutarvikkeille annetaan BEC:ssä kolme vaihtoehtoista luokkaa (Class), joilla TS tunnistaa ne valutarvikkeiksi listoja ja raportteja varten. (Liite 2: BEC2012 valutarvikeohje) Nimeäminen ja profiilin sekä materiaalin valinta tehdään BEC:in ohjeiden mukaan. (Kuva 3)



TARVIKKEET	MÄÄRÄ YKS
PUTKI P50X50X3 L=300 mm AISI304	1 KPL

Kuva 3. Putki tunnistetaan valitarvikkeeksi määrittämällä sille luokka 101, jolloin tarvikkeen tiedot haetaan osan mallista listoihin (BEC2012).

TS:n FIN Environment -mallinnusympäristön mukana tulee kattavampi numerointisuositus, mutta tämä on osittain ristiriidassa BEC:in valutarvikeohjeen kanssa. (Liite 3: Tekla Structuresin numerointisuositus) Numerointisuositusta käytettiin niiltä osin, kuin se oli mahdollista, mutta BEC2012 prioritiitiin sen yläpuolelle.

Reikiä ja syvennyksiä mallinnettaessa BEC ohjeistaa, että näiden materiaaleiksi täytyy asettaa sananmukaisesti "REIKÄ" tai "SYVENNYS" sen mukaan kummantyyppistä aukkoa mallinnetaan. Tämä koskee ainoastaan aukkoja, jotka halutaan mukaan listauksiin ja raportteihin, mutta käytäntö todettiin hyväksi myös piirustusten mitoituasetuksia tehtäessä, joten sitä käytettiin kaikille aukkoille.

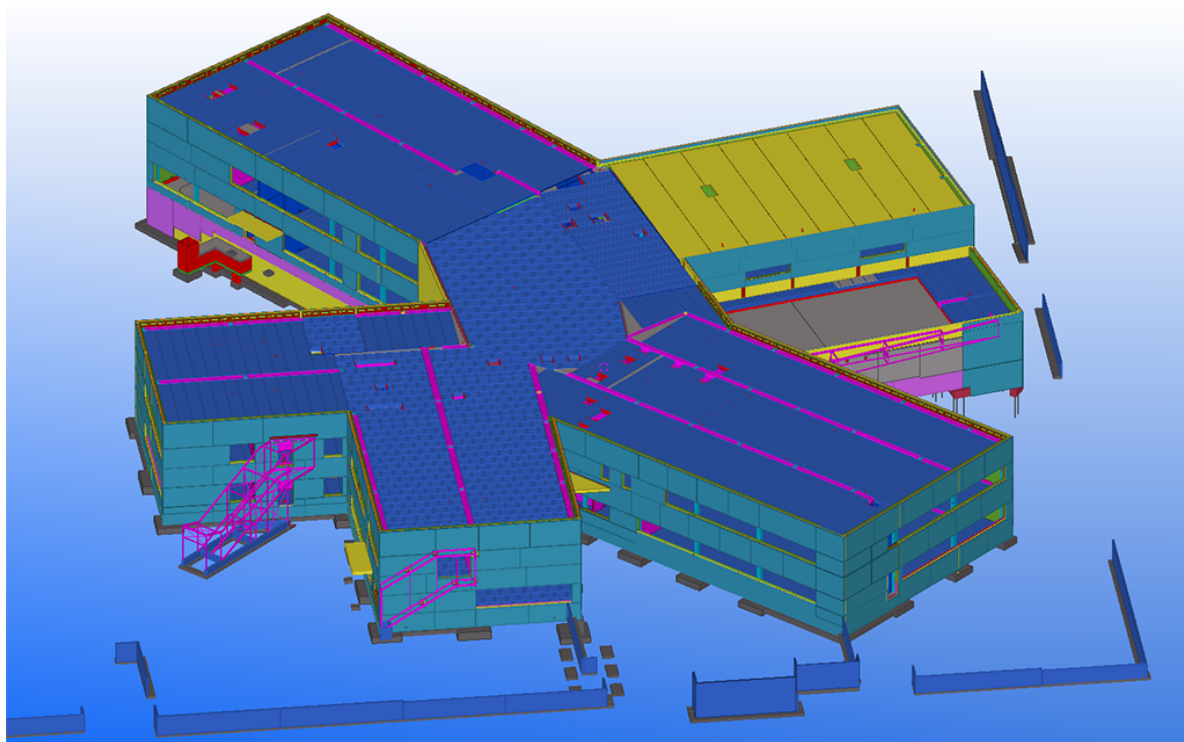
Piirustuksia varten BEC2012-ohjeessa on vielä toinen osa, *Ohje tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille*, joka määrittelee TS:llä tuotettavien piirustusten ulkomuotoa ja sisältöä, kuten paperikokoja ja piirustuksissa esitettäviä asioita. Piirustusohjeiden yhteyteen kuuluu myös piirustusesimerkkejä eri elementeistä. Näitä käytettiin lähtökohtana Laaturakenteen omien pohjien rakentamiseen ja asetuksissa pyrittiin noudattamaan ohjeessa annettuja suosituksia piirustusten ulkoasusta. (BEC2012 Ohje tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille)

### 3 PIIRUSTUSPOHJIEN KEHITYSTYÖKALUT

Opinnäytetyössä luotiin Tekla Structures -ohjelmaan mukautetut piirustusohjat erilaisille elementeille. Tässä kappaleessa käsitellään piirustusohjien luomiseen käytettyjä ohjelmistoja ja niiden versioita, sekä työssä hyödynnettyä Aurinkokivi-projektia. Tekla Structures -ohjelmisto päivittyi työn aikana useaan otteeseen ja myös työ siirrettiin pari kertaa uudempaan ohjelmistoversioon joidenkin ongelmien ratkaisemiseksi. Versiohistoria käydään läpi Tekla Structuresia käsittelevässä kappaleessa.

#### 3.1 Aurinkokivi-projekti

Kehitystyötä alettiin tehdä Insinnöritoimisto Laaturakenne Oy:n Aurinkokivi-palvelutaloprojektin mallin avulla (Kuva 4). Laaturakenne oli projektissa tekemässä detaljisuunnittelua. Aurinkokivi on Vantaan kaupungin tilaama monitoimirakennushanke, jossa tulee toimimaan alakoulu, päiväkotia, neuvola, musiikkiopisto ja kuvataidekoulu. Yhtenä rakennuttajan asettamana vaatimuksena oli projektin toteuttaminen tietomallipohjaisesti, millä pyrittiin laadun, kustannusten ja aikataulujen parempaan hallintaan.



Kuva 4. Aurinkokivi-palvelutalon malli (Tekla BIM Awards 2015)

Aurinkokivi-projektissa hyödynnettiin Tekla Model Sharing -toiminnallisuutta, jolla helpotettiin osapuolten yhteistyötä. Toiminnallisuus mahdollistaa saman mallin samanaikaisen työstämisen useassa toimipisteessä Teklan tarjoaman pilvipalvelun välityksellä. Projektissa osapuolia oli 12, joten toiminnallisuus tuli tarpeeseen.

Aurinkokivi suunniteltiin pääosin betonielementtirakenteisena ja se sisältää lähes kaikkia tämän työn piirustusasetuksissa käsiteltäviä elementtityyppejä. Lohkojako ja aikaisessa vaiheessa aloitettu aika-

taulutus mahdollistivat sen, että elementtisuunnittelu voitiin toteuttaa tehokkaasti yhteistyössä asennujärjestystä noudattaen, vaikka elementtiurakka oli jakautunut kolmen toimiston kesken.

Projektin osapuolet palkittiin työstä vuoden 2015 Tekla BIM Awards –palkinnolla. Palkinnossa huomioitiin erityisesti mallin jakamisominaisuuksien hyödyntäminen eri osapuolten välisessä kommunikoinnissa. (Tekla Oyj)

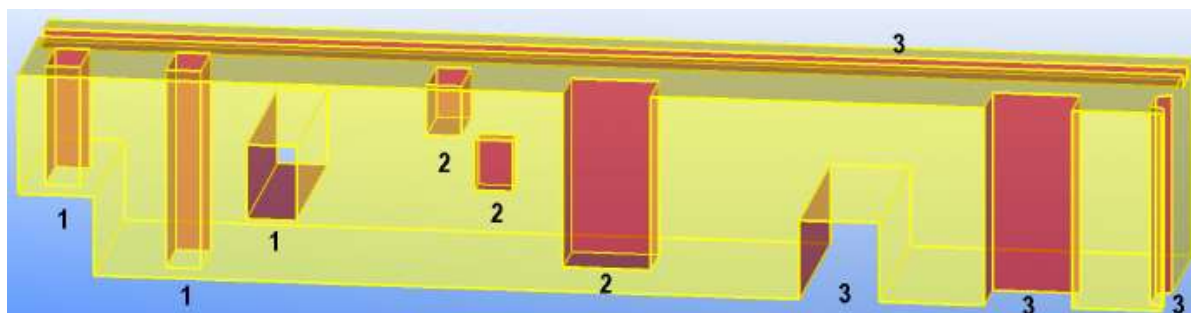
### 3.2 Tekla Structures versiohistoria ja laajennukset

Työ aloitettiin käyttäen Tekla Structures Learning -lisenssiä, joka on opiskelijoiden käyttöön suunnattu versio ohjelmistosta ja sisältää hyvin pitkälle samat toiminnot, kuin kaupallinen versio. Learning-ohjelmiston versio ei kuitenkaan välttämättä ole aina uusin, joten korjauksia ja ominaisuuksia saattaa puuttua verrattuna kaupallisiin versioihin. Myöskään kaupallisissa versioissa luodut mallit eivät avaudu opiskelijalisenssillä, eikä laajennusten toimivuus ole täydellistä.

Työn alussa tarkoitus oli käyttää Tekla Oyj:n omaa Dimensioning Tool -laajennusta, mutta puhelin- ja sähköpostikeskusteluissa yhtiön henkilökunnan kanssa tuli pian esille, että laajennus on poistumassa tulevaisuudessa todennäköisesti kokonaan käytöstä ja vastaavat toiminnot on jo sisällytetty käyttämäämme Tekla Structures 20 -versioon, joskin ne täytyi vielä aktivoida mallikohtaisesti. Laajennus ei myöskään toiminut opiskelijalisenssin kanssa.

Tekla myönsi opinnäytetyötä varten määräaikaisen täyden lisenssin, jolloin työ voitiin aloittaa täydellä teholla valmiita malleja hyödyksi käyttäen. Työ aloitettiin Tekla Structures 20.0.3 -versiolla, jonka kanssa testattiin myös mainittua Dimensioning Tool -laajennusta.

Ohjelmiston versio vaihtui pariin otteeseen työn aikana, kun uusia päivityksiä julkaistiin. Versio 20.1 johdonmukaisti tapaa, jolla ohjelma käsitteli elementtien aukkomitoitusta niin, että aukon tyyppi (reikä, syvennys, reunamuoto) ei enää riippunut näkymän katselusuunnasta, vaan tarkasteltiin aina elementtikohtaisesti niin, että sama aukko mitoitettiin jokaisessa näkymässä samalla tavalla. (Kuva 5)

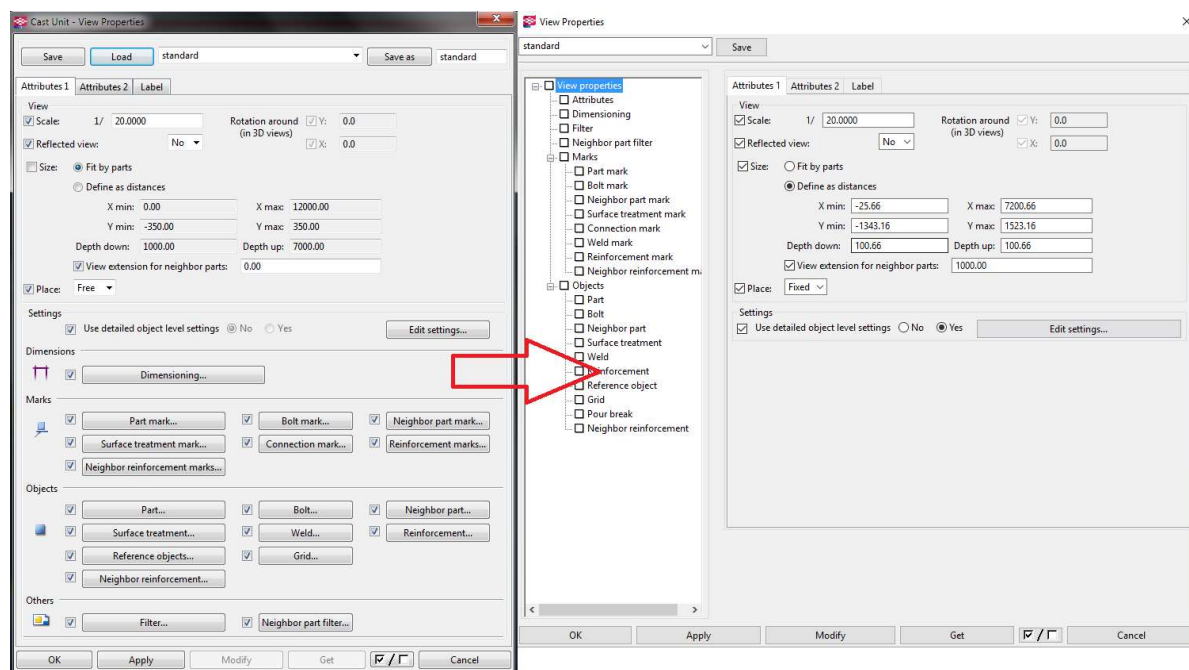


Kuva 5. Kuvassa on esitetty TS:n uusi tapa käsitellä aukkoja. Numero 1 merkitsee reikää, 2 syvennystä ja 3 reunamuotoa. (Tekla user assistance 2015)



Versio 21.0 toi View-level dimensioning -asetukset virallisesti osaksi ohjelmistoa. Versiossa myös piirustus- ja näkymäasetusvalikot uudistettiin niin, että ne toimivat monien itsenäisten ikkunoiden sijaan kahdessa ikkunassa, joihin valikot avautuvat valikkopuusta klikkaamalla (Kuva 6).

Työn aikana Tekla Structures päivitettiin vielä 21.1-versioon, vaikkei tämä versio enää tuonut työn kannalta merkittävää uutta asiaa. Työ suoritettiin loppuun 21.1-versiolla.



Kuva 6. Kuvassa on esitetty TS 21.0 valikkorakenteen muutos. Vanha tyyli on esitetty vasemmalla, uudistunut oikealla. (Hänninen 2015)

## 4 PIIRUSTUSASETUSTEN MUKAUTTAMINEN

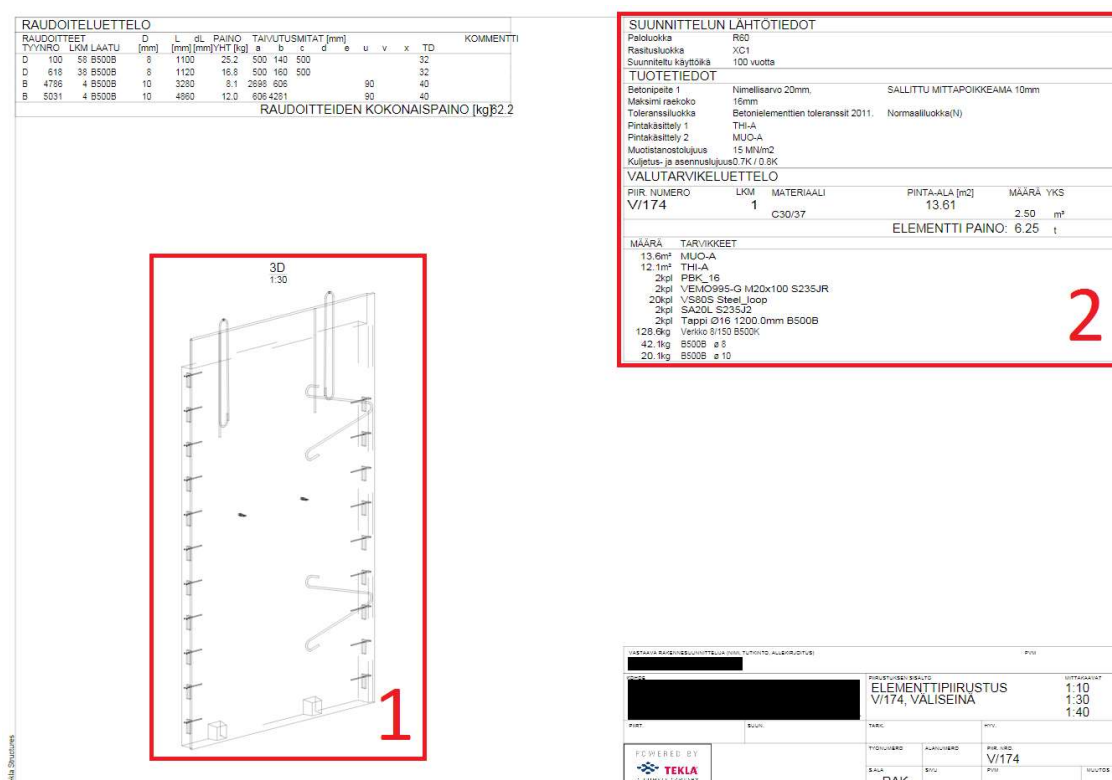
Tässä luvussa kerrotaan Tekla Structuresin piirustusohjien kehitystyöstä, joka opinnäytetyötä varten tehtiin. Piirustusten kaksi olennaisinta osiota, joita työssä muokattiin, ovat Drawing properties -valikko, jota voidaan nimittää piirustusasetuksiksi, sekä View properties, eli näkymäasetukset. Piirustusasetukset käsittelevät koko piirustusta koskevia valintoja, kun taas näkymäasetuksilla muokataan yksittäisiä näkymiä.

Kehitystyö on selostettu käytettyä työjärjestystä vastaavassa järjestyksessä. Tässä raportissa ei käsitellä asetuksia yksityiskohtaisesti, vaan käydään läpi työprosessiin kannalta merkittävimmät asiat pääpiirteissään. Työn tuloksina laaditut piirustusohjeet ja piirustusasetusohje ovat Insinööritoimisto Laaturakenne Oy:n käyttöä varten, eikä niitä jukaista työn yhteydessä.

Kehitysprosessissa käytettiin apuna pääasiassa Teklan tuki- ja ohjesivustoa, Tekla user assistance. Tarvittaessa otettiin yhteyttä Teklan oppilaitosvastaavaan, joka auttoi ongelmatilanteiden kanssa.

#### 4.1 Tekla Structuresin piirustukset

*Tekla Structuresin* (tästä eteenpäin TS) piirustukset koostuvat kahdenlaisista osista, näkymistä ja templateista. Näkymä (View) on piirustuksen osa, jossa kuvataan jokin osa piirustuksen kohteena olevasta elementistä (Kuva 7). Templateja ovat luettelot, nimiöt, ynnä muut sellaiset piirustuksen osat jotka hakevat tietoa mallista olematta kuitenkaan varsinaisia näkymiä.

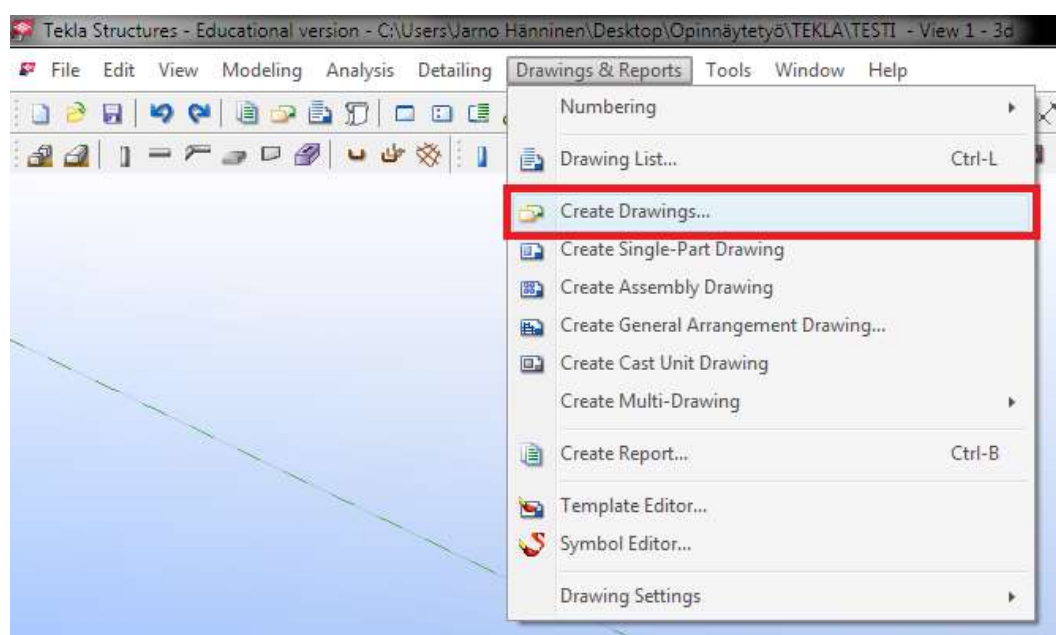


Kuva 7. Esimerkki piirustuksesta. 1. Näkymä elementistä. 2. Templatet, jotka hakevat suunnittelun lähtötiedot, sekä valutarvikeluettelon mallista. (Hänninen 2015)

Templatet ovat osa piirustuksen asettelua (Layout), joka valitaan piirustusasetuksista ja tallentaa osaksi piirustuspohjia. Asettelu luo piirustukselle raamit ja sijoittaa luettelot ja nimiöt niihin.

## 4.2 Piirustusten luominen

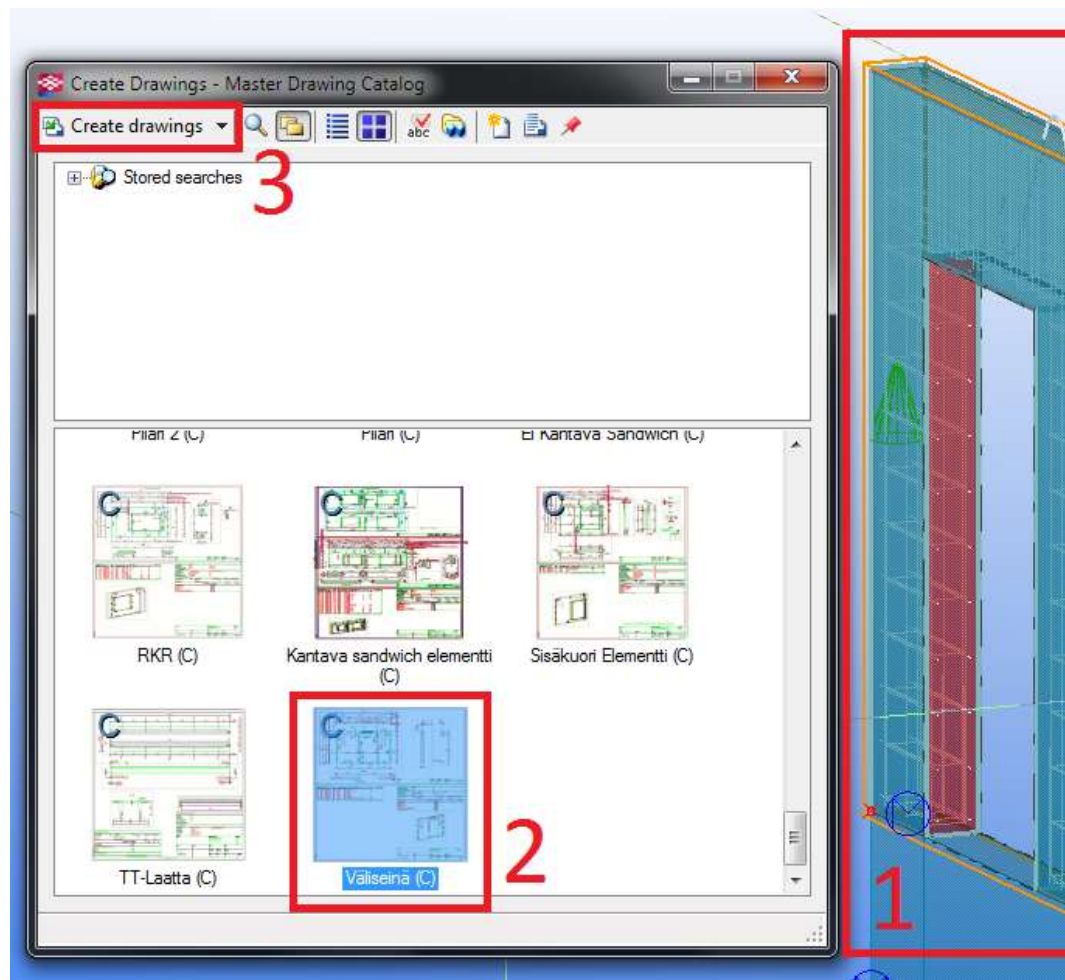
Piirustusten luominen *TS:ssä* alkaa valitsemalla mallista jokin kokoonpano (Assembly), josta piirustus halutaan luoda. Kokoonpano on mallin osa, joka on ohjelmassa määritetty yhdeksi kokonaisuudeksi. Esimerkiksi väliseinäelementti on siis kaikkine osineen ja tarvikkeineen kokoonpano. Osia voi helposti liittää ja irrottaa kokoonpanoista tarpeen mukaan. Kun kokoonpano on valittu, klikataan valikkoriviltä kohtaa *Drawings & Reports* ja avautuvasta pudotusvalikosta *Create Drawings* (Kuva 8).



Kuva 8. *Drawings & Reports*-pudotusvalikko (Hänninen 2015)

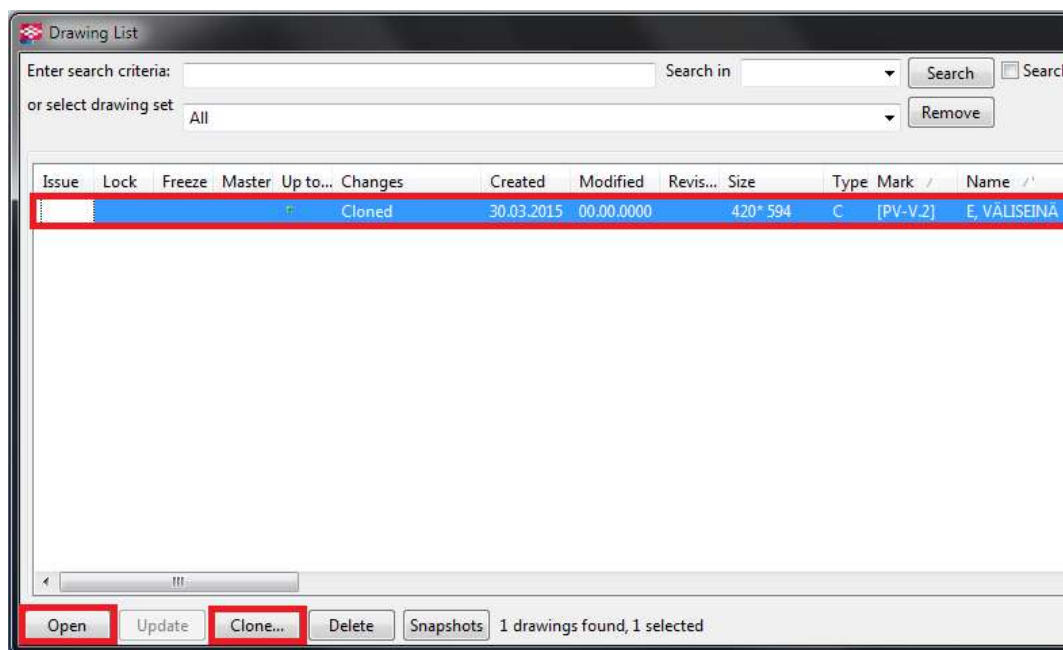
Näytölle avautuu uusi ikkuna, josta valitaan haluttu kloonauspohja (Cloning Template) tai tallennetut asetukset (Saved Settings). Tallennetut asetukset ovat pelkkä asetustiedosto, jonka määritysten mukaan piirustus luodaan. Tämä on usein esimerkiksi uuden projektin alkaessa parempi vaihtoehto, koska kloonauspohjaa käytettäessä piirustukseen tulee myös käyttäjän muokkaamaa sisältöä, joka ei ole välttämättä käyttökelpoista ja sotkee vain piirustusta. Kloonauspohjat ovat hyödyllisiä, kun piirustuksia tuotetaan monesta samankaltaisesta elementistä. Kloonauspohja luodaan jonkun jo luodun piirustuksen pohjalta niin, että näkymät, niiden sijainti, sekä niiden sisältämät asetukset kopioituvat sellaisenaan uuteen piirustukseen.

Kun kokoonpano ja pohja ovat valittuina, voidaan klikata ylälaidasta *Create drawings* -painiketta, jolloin Tekla luo piirustuksen kloonauspohjan asetusten mukaan (Kuva 9).



Kuva 9. 1. Valitaan kokoonpano, 2. Valitaan kloonauspohja luettelosta, 3. Klikataan *Create drawings* (Hänninen 2015)

Luotu piirustus on löydettävissä piirustusluettelosta, johon pääsee valitsemalla jälleen *Drawings & Reports* ja pudotusvalikosta *Drawing list* (Kuva 10). Luettelosta kuvan voi avata kaksoisklikkaamalla piirustusta tai klikkaamalla *Open*-painiketta ikkunan alalaidasta.



Kuva 10. Piirustusluettelo. Luodut piirustukset tietoineen näkyvät riveinä luettelossa. (Hänninen 2016)

Luettelon kautta on myös mahdollista kloonata piirustuksia suoraan aiemmin luoduista tallentamatta niitä kloonauspohjiksi, jolloin asetukset ja monet käsin tehdyt muokkaukset, kuten lisätyt näkymät, kopioituvat automaattisesti myös uusiin kuviin. Kuvien kloonaus voi vähentää työmäärää piirustusten luonnissa huomattavasti, mikäli ensimmäinen piirustus on luotu huolellisesti. Kloonauspohja luodaan valitsemalla pohjaksi haluttu piirustus piirustusluettelosta, klikkaamalla riviä hiiren oikealla näppäimellä ja valitsemalla pudotusvalikosta *Add to Master drawing catalog*. Kloonauspohjalle annetaan nimi ja se on tämän jälkeen valittavissa *Master drawing catalogissa*.

Kloonaus tapahtuu valitsemalla mallista kokoonpano, josta piirustus halutaan luoda. Sen jälkeen valitaan piirustusluettelosta piirustus, jonka asetukset halutaan kopioida ja klikataan ikkunan alalaidasta *Clone*-painiketta, jolloin Tekla pyytää ensin valitsemaan kloonattavat asetukset ja mahdolliset liitteet. Valittavana ovat esimerkiksi mitoitukset, merkinnät, tekstit, symbolit, sekä piirustukseen liitetyt teksti- tai DWG-tiedostot. Kun kaikki haluttu on mukana, klikataan ikkunan alalaidasta *Clone Selected*, jolloin *TS* pyrkii luomaan vastaavan piirustuksen valitusta kokoonpanosta.

Piirustusten luonnissa on otettava huomioon, että yhdestä kokoonpanosta voi olla vain yksi piirustus piirustusluettelossa. Mikäli piirustuksen haluaa luoda uudelleen, on vanha piirustus poistettava.

#### 4.3 Mitoitustoimintojen aktivoiminen mallissa

*Tekla Structures 20* -versiossa kehittyneet automaattimitoitusasetukset eivät ole oletuksena päällä, joten ne täytyi aktivoida manuaalisesti. Tämä voidaan tehdä joko valitsemalla uutta mallia aloitettaessa pohja, jossa asetukset on päällä tai jo aloitetussa mallissa muokkaamalla mallikansiota löytyvää *options.ini*-tiedostoa tekstieditorilla.

Mallikansion löytää helposti esimerkiksi avaamalla mallin *TS:ssa* ja klikkaamalla *Open Model Folder*-painiketta, joka löytyy oletuksena ohjelman pääikkunan työkalupalkeista. Kansiosta etsitään tiedosto *options.ini*, jonka voi avata ja muokata esimerkiksi Windows-käyttöjärjestelmiin sisältyvällä *Notepad*-tekstieditorilla.

Kun tiedosto on auki, etsitään sieltä tekstirivi:

```
XS_USE_VIEW_LEVEL_SETTINGS_IN_DRAWING_CREATION=FALSE
```

Tämä muokataan muotoon:

```
XS_USE_VIEW_LEVEL_SETTINGS_IN_DRAWING_CREATION=TRUE
```

Tiedosto tallennetaan muutoksineen ja tarvittaessa malli täytyy avata uudelleen, jotta muutokset tulevat voimaan. Jos riviä ei ole ennestään tiedostossa, se voidaan lisätä käsin.

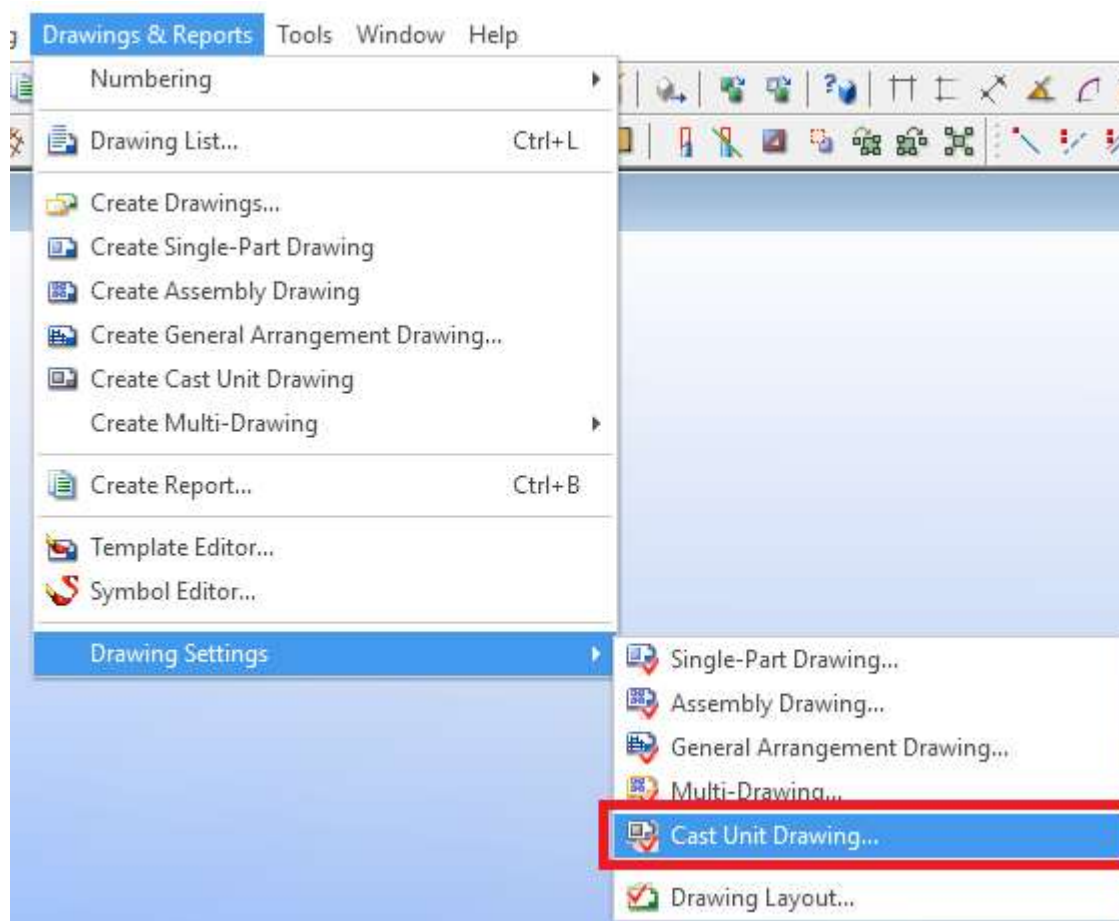
Tämä aktivoi näkymäkohtaiset mitoitusasetukset piirustuksiin. Näiden avulla jokaiselle näkymälle, voidaan määrätä säännöt joiden perusteella mittoja luodaan automaattisesti käyttäen *TS:n* omia yleissääntöjä tai luomalla omia suodattimia (Filter), joilla mitoitettavia komponentteja voidaan valita tarkemmin.

*Tekla Structures 21.0* -versiosta lähtien *View-level dimensioning* -asetukset ovat korvanneet aikaisemman mitoitustyökalun oletuksena.

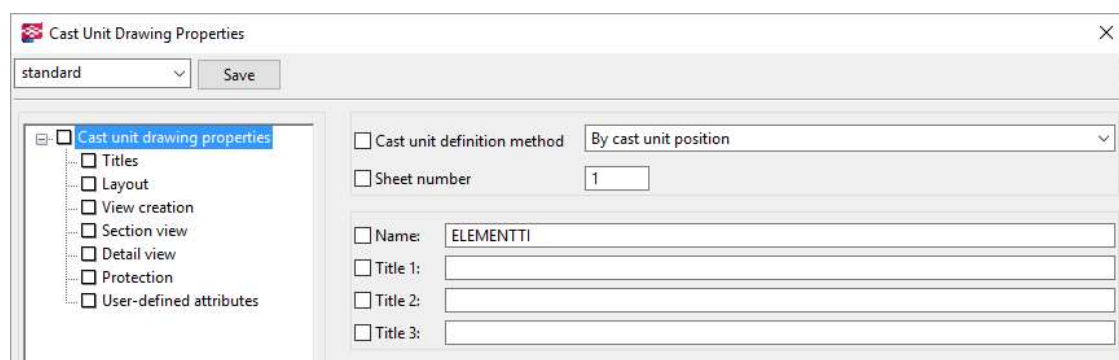
#### 4.4 Drawing Properties

Jokaisen elementtipiirustus pohjan kanssa aloitettiin *Drawing properties* -valikosta. Elementtipiirustusasetusten valikon saa auki valitsemalla valikkoriviltä *Drawings & Reports* → *Drawing settings* → *Cast unit Drawing...* (Kuva 11). Vaihtoehtoisesti valikko avautuu kaksoisklikkaamalla ohjelmassa auki olevan piirustuksen taustaa.

*Drawing properties* määrittelee piirustuksen yleisen ulkoasun (Kuva 12). Esimerkiksi piirustuksen nimi, lähtötiedot, sekä piirustukseen tulevat näkymät ja asettelu määritellään tästä valikosta.



Kuva 11. Elementtipiirustusasetusten *Drawing properties* -valikon avaaminen (Hänninen 2016)



Kuva 12. *Drawing properties* -valikko (Hänninen 2016)

#### 4.4.1 Titles

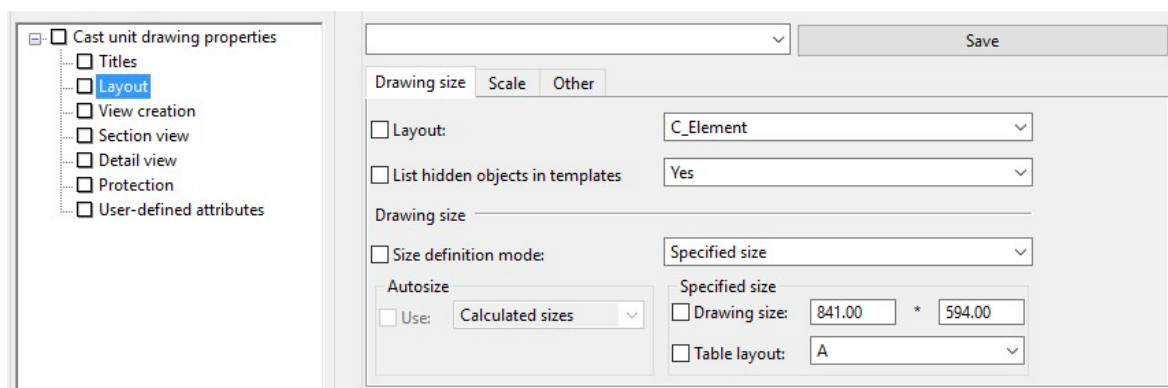
*Titles* on piirustusasetusten alavalikko. Täältä piirustus pohjille määriteltiin nimet, joiden perusteella elementtityypin tunnistaa piirustusluettelossa. Myös tarkentavien otsikoiden lisääminen on mahdollista.

#### 4.4.2 Layout

*Layout* on piirustusasetusten alavalikko, joka määrittää piirustuksen asettelun, koon, sekä tyypilliset mittakaavat (Kuva 13). Asettelut ovat erikseen muokattavia tiedostoja, jotka ladataan piirustusasetuksiin valikon kautta. Asettelun voisi sanoa olevan piirustuksen kehys, joka määrittelee sen



rajat ja sisällön sijainnin. Piirustupohjissa käytännöllisimmäksi todettiin, että piirustustyyppille määrätään tietty koko A3-arkkien mukaan, eikä automatiikkaa käytetä, koska samantyyppisten elementtien piirustuksiin tulevat pääsääntöisesti samat näkymät ja luettelot.



Kuva 13. *Layout*-valikko (Hänninen 2016)

Ongelmallista asetteluissa on, että ne eivät sisällä piirustukseen tulevia näkymiä. Tallennettuihin asetuksiin ei ole siis mahdollista lisätä tietoa näkymien paikasta, vaan ne täytyy siirtää haluttuihin paikkoihin käsin. Tästä syystä valikon automaattiskaalaustoiminto ei ollut käytännössä käyttökelpoinen. Kloonauspohjia käytettäessä näkymien sijainti kopioituu suoraan kloonattavasta piirustuksesta, mutta automaattiskaalaus ei tällöin toimi, vaan mittakaavakin kopioituu sellaisenaan.

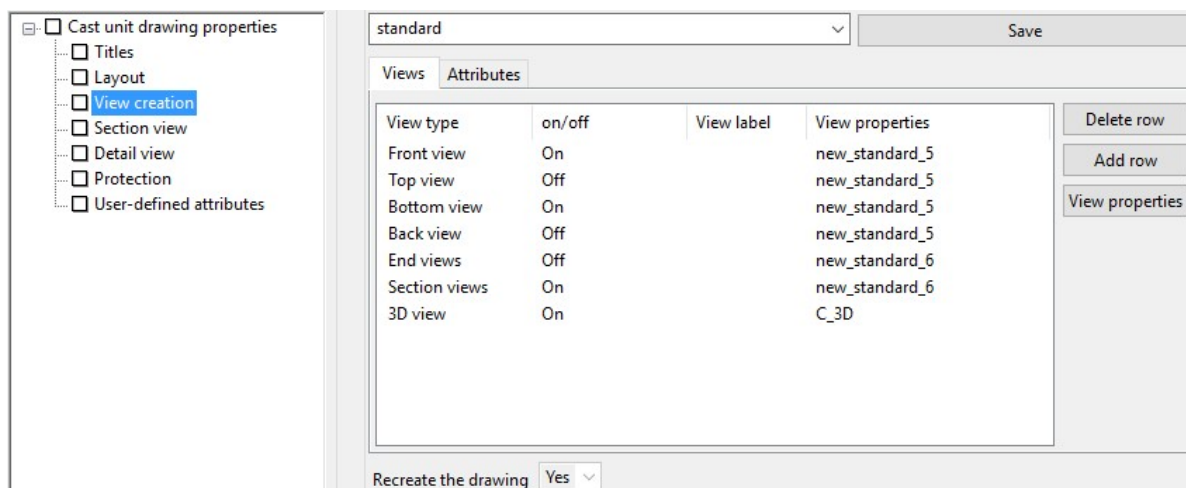
Asettelutiedostoja ei muokattu, vaan *TS*:n vakioasettelut todettiin riittäviksi yrityksen tarpeisiin.

#### 4.4.3 View Creation

*View Creation* on piirustusasetusten alavalikko, josta määritellään piirustukseen tulevat näkymät, sekä käytettävä koordinaatisto (Kuva 14). Näkymälle valitaan tyyppi sen mukaan mistä suunnasta elementti halutaan esittää. Myös leikkaus-, pääty- tai 3D-näkymät ovat mahdollisia. Ainoastaan detaljeja ei voi luoda valikon kautta, vaan ne täytyy luoda käsin. Detaljinäkymät kopioituvat kuitenkin kloonauspohjien kautta piirustuksia luotaessa.

Näkymille valitaan valikossa myös näkymäasetustiedosto, jonka mukaan näkymä luodaan.

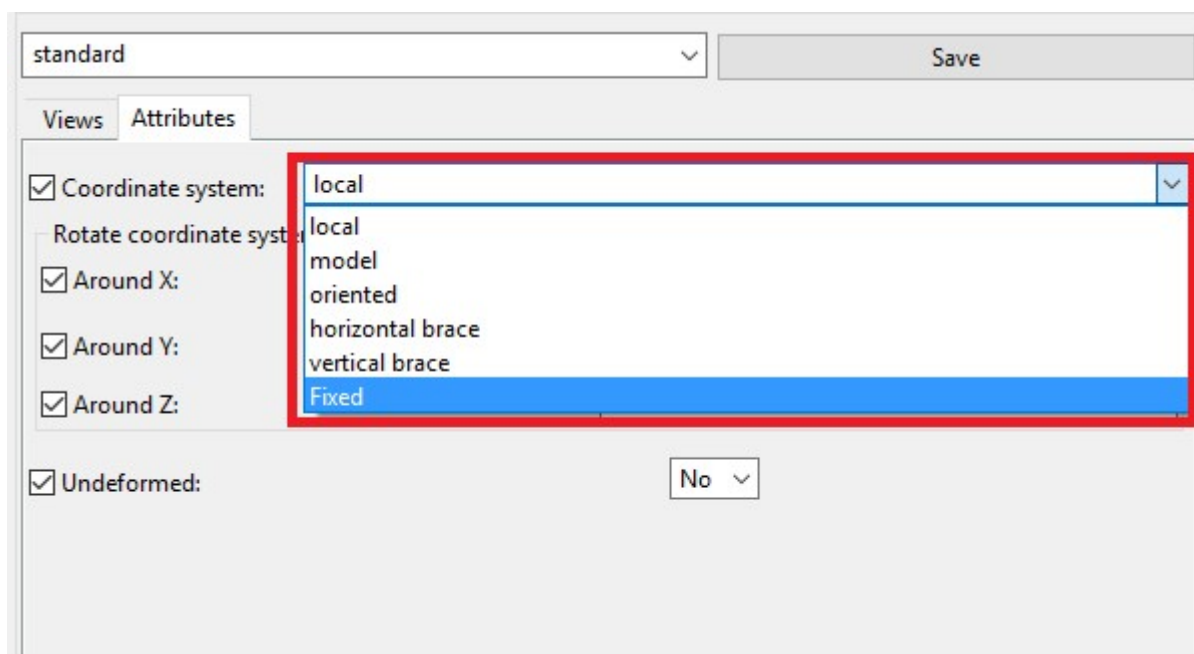




Kuva 14. *View Creation* -valikko (Hänninen 2016)

Näkymät valittiin elementtityypeittäin aikaisempien piirustusten pohjalta. Detaljit lisättiin piirustuksista tehtyihin kloonauspohjiin, mutta tallennettuja asetuksia käytettäessä ne on luotava erikseen.

Koordinaatiston muuttaminen oli tarpeellista, kun muokattiin piirustus pohjaa pilareille (Kuva 15). Piirustuksessa pilari kuvataan vaakatasossa valupinta ylöspäin. Oletuksena valittu paikallinen koordinaatisto (local) soveltuu elementeille, jotka esitetään samoin päin, kuin ne asennetaan, esimerkiksi väliseinäelementit, mutta pilareiden tyylisessä poikkeustapauksessa elementille täytyy mallinnuksen yhteydessä määritellä valupinta.



Kuva 15. Koordinaatiston muuttaminen (Hänninen 2016)

Valupinta määritellään valitsemalla ensin haluttu elementti. Elementtiä klikataan hiiren oikealla painikkeella, valitaan pudotusvalikosta *Cast unit* → *Set top in form face*, minkä jälkeen valitaan pinta, joka halutaan valupinnaksi.

Kun elementille on valittu valupinta, *View Creation* -valikosta voidaan valita koordinaatistoksi kiinteä (Fixed), jolloin elementti käännettään piirustuksiin aina valupinnan suhteen.

#### 4.4.4 Section view ja Detail view

*Section view* ja *Detail view* alavalikoissa voidaan muuttaa leikkaus- ja detaljinäkymien muotoilua ja oletusarvoja, kuten näkymien syvyyttä, kokoa ja suuntaa.

#### 4.4.5 Protection

*Protection*-valikko on automatiikan kannalta olennaisimpia asetuksia, sillä se määrittelee miten automaattisesti luodut mitat ja merkinnät sijoitetaan piirustuksen näkymiin (Kuva 16). Käytännössä valikossa päätetään mitä mittojen tai merkintöjen osia voidaan sijoittaa minkäkin piirustuksen osan päälle.

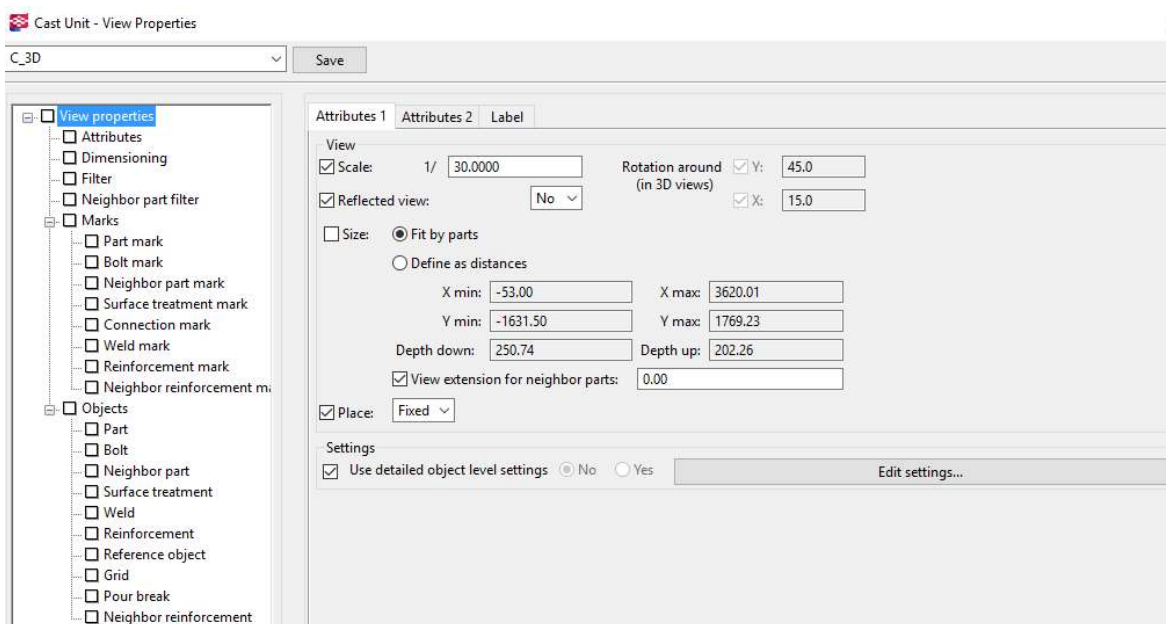


Kuva 16. *Protection*-valikko (Hänninen 2016)

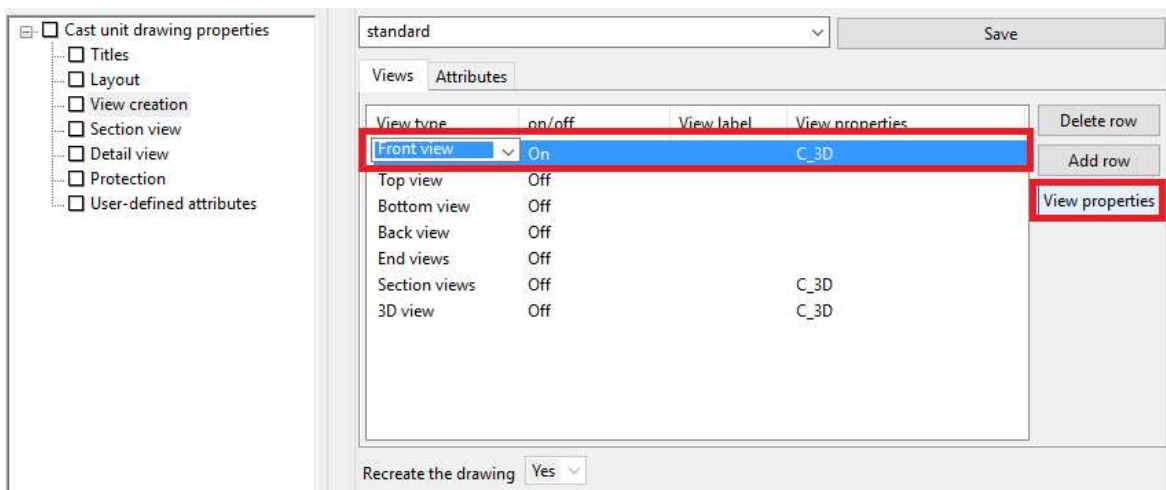
Sopivaa tasapainoa haettiin näkymien koon ja piirustusten selkeyden välillä. Liian tiukoilla asetuksilla näkymät kasvoivat liian suuriksi, mittojen ja merkintöjen levitessä laajemmalle alueelle. Liika vapaus mittojen asettelussa taas teki piirustuksesta sekavamman ja vaati enemmän muokkausta käsin, kun piirustukseen syntyi enemmän päällekkäisyyksiä.

#### 4.5 View properties

*View properties* on asetusvalikko, joka määrittelee yksittäisen näkymän sisältöä ja muotoilua (Kuva 17). Valikkoon pääsee piirustusasetusten *View Creation* -alavalikosta valitsemalla listasta halutun näkymän ja klikkaamalla *View properties* -painiketta (Kuva 18). Jokaisella näkymällä on yksilölliset näkymäasetukset, joten jokaista näkymää voidaan myös muokata yksittäin kaksoisklikkaamalla ohjelmassa avoinna olevan piirustuksen näkymien kehyksiä.



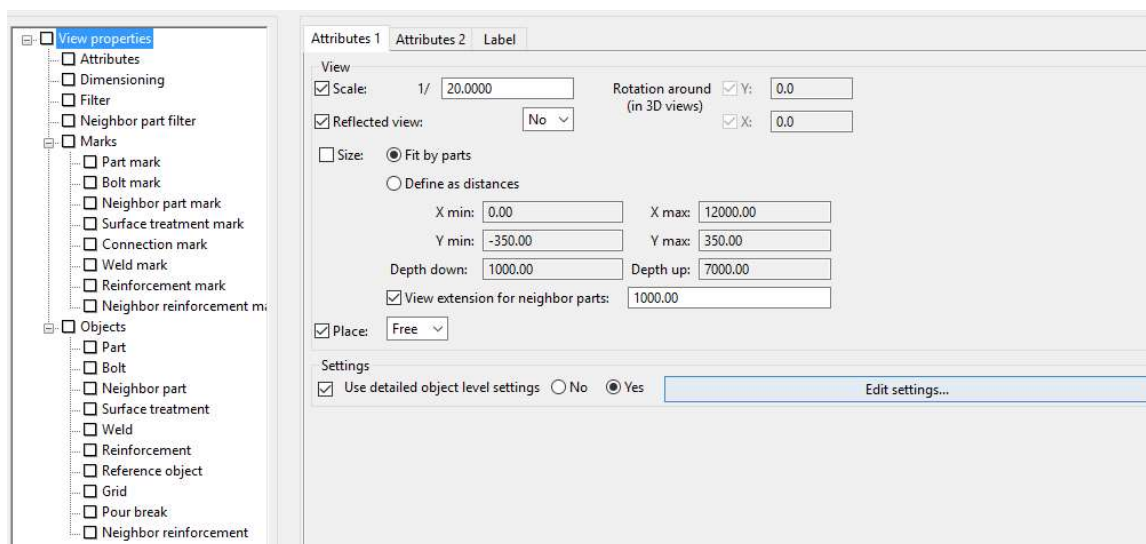
Kuva 17. Näkymäasetukset

Kuva 18. Näkymäasetusten avaus. Valitaan näkymä listasta ja klikataan *View properties*. (Hänninen 2016)

#### 4.5.1 Attributes

*Attributes*-valikko määrittelee näkymän perusasetukset (Kuva 19). Perusasetuksiin lukeutuvat muun muassa näkymän mittakaava, koko, otsikot, merkinnät ja symbolit. Tärkeä asetus työn kannalta oli myös *Dimension creation method in this view*, jolla aktivoidaan automaattinen mitoitus.

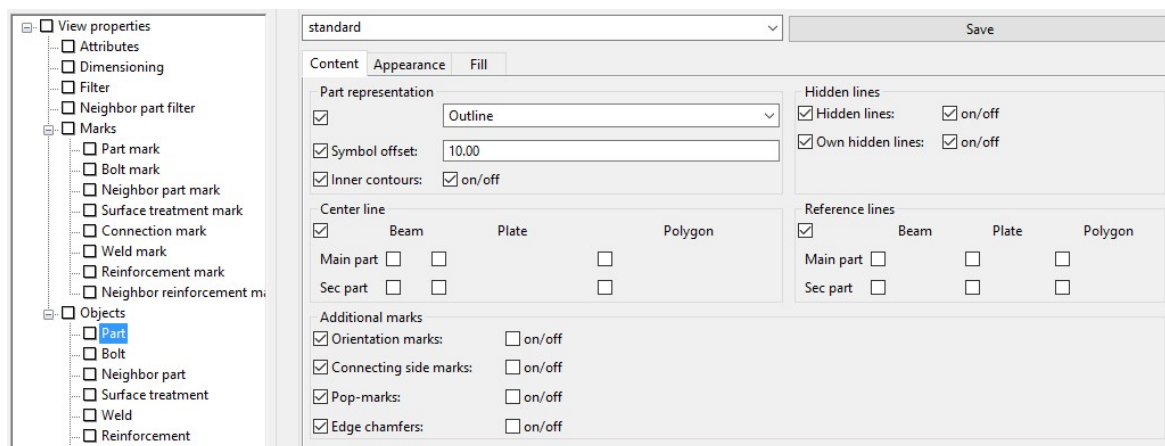
Valikon käyttö oli työssä hyvin suoraviivaista. Näkymille annettiin otsikot, sekä hieman näkymästä riippuen niiden kokoa saatettiin muokata tai antaa ohjelman määrittää koko automaattisesti. Leikkaus- ja detaljinäkymien tapauksessa näkymäsyvyys pyrittiin määrittämään vakioksi niin, että näkymät toimivat suoraan mahdollisimman monissa elementeissä.



Kuva 19. Attributes -valikko (Hänninen 2016)

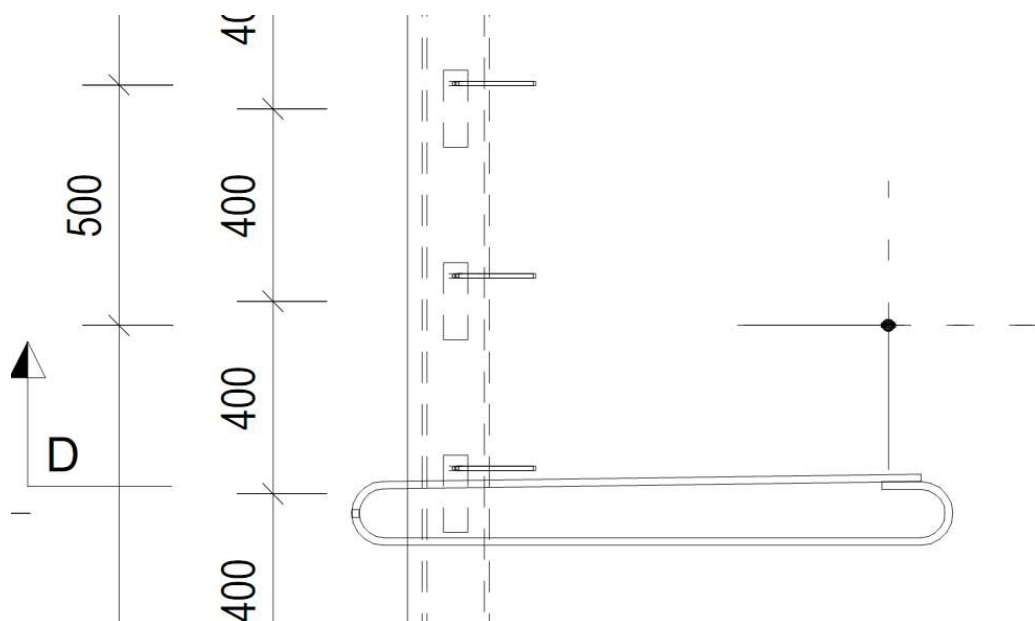
#### 4.5.1 Objects

*Objects* on suurempi valikkokokonaisuus, joka koostuu alavalikoista *TS:n* piirustusten jokaiselle eri osatyypille ja ne määrittävät näiden osien visuaalista esitystapaa näkymässä (Kuva 20). Näkymiin voidaan hakea yksinkertaisempaa tai tarkempaa esitystapaa, sekä säätää osien värejä, viivatyyppejä, sekä pintojen ja leikkauspintojen mahdollisia täyttökuvioita. Osatyyppejä voidaan myös piilottaa kokonaan näkymästä.



Kuva 20. Objects: Part-valikko (Hänninen 2016)

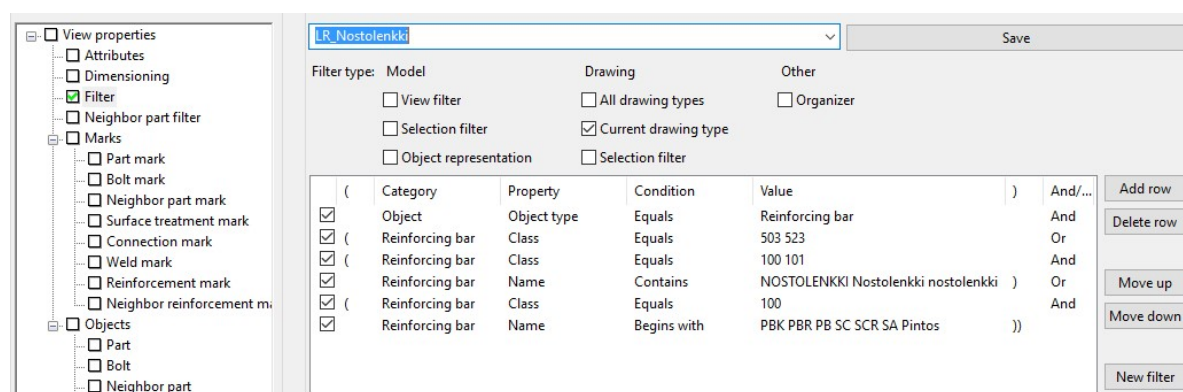
Työssä esimerkiksi mittanäkymiä siistittäessä raudoitukset piilotettiin kokonaan Reinforcement-valikon kautta, koska ne pyrittiin esittämään selkeyden vuoksi omassa näkymässään. Sitä vastoin raudoituksnäkyssä osat piilotettiin elementin runkoa lukuun ottamatta, jotta raudoitteet tulevat parhaiten esille. Pieniä osia, kuten valuankkureita korostettiin lisäämällä niille keskiviivat. (Kuva 21)



Kuva 21. Valuankkurille on lisätty keskiviivat. Vasemmassa laidassa vaijerilenkkien syvennys sijaitsee näkymäsuunnasta katsoen elementin takana, joten se on piirretty piiloviivalla, jolle voidaan antaa *Objects*-valikossa erilainen viivatyyppi. Tässä tapauksessa katkoviiva. (Hänninen 2016)

#### 4.5.1 Filter

*Filter* -valikko käsittelee näkymän suodattimia. Valikon pääasiallinen käyttötarkoitus on suodattaa näkymästä pois osia, joita ei haluta esittää, mutta sillä voidaan myös luoda ja tallentaa suodatintiedostoja esimerkiksi mitoitus varten. Valikon käyttö siis vaatii hieman tarkkuutta, koska mitoitus-suodattimia luotaessa näkymä on helppo sotkea lisäämällä väärä suodatin itse näkymään.



Kuva 22. Filter -valikko ja esimerkisuodatin. (Hänninen 2016)

Suodattimia on montaa eri tyyppiä, jotka vaikuttavat niiden käyttömahdollisuuksiin. Suodatintyyppi valitaan suodatinta luotaessa *Filter type* -kohdasta (Kuva 22). Tärkeimpänä erona on otettava huomioon luodaanko suodatin piirustus- vai mallitilaa varten, koska suodattimet eivät ole automaattisesti käytettävissä molemmissa. Oletuksena *View properties*issa luodut suodattimet ovat käytettävissä vain sillä hetkellä muokattavassa piirustustyyppissä, mutta ne on mahdollista tallentaa kaikkiin piirustustyyppihin, sekä myös mallitilaan.

Niin sanottuja tyhjiöobjekteja (Void), kuten reikiä ja syvennyksiä ohjelma käsittelee hieman eri tavalla ja niitä käsittelevät suodattimet jouduttiin tallentamaan myös mallitilaan valintasuodattimiksi (Selection filter), jotta ne toimivat oikein mitoituksessa.

Category	Property	Condition	Value
Part	Name	Equals	Assembly
Component	Profile	Does not equal	Bolt group
Bolt	Material	Begins with	Connection
Weld	Finish	Does not begin with	Part
Reinforcing bar	Prefix	Ends with	Pour break
Assembly	Start number	Does not end with	Pour object
Template	Numbering series	Contains	Reinforcing bar
Reference object	Position number	Does not contain	Surface treatment
Location breakdown structure	Class	Greater than	Weld
Pour object	Phase	Greater or equal	
Pour break	Lot	Less than	
Task	Primary part	Less or equal	
Object	Pour phase		

Kuva 23. Esimerkki suodatinrivin vaihtoehdoista. Sarakkeiden sisältö muuttuu hieman sen mukaan mitä edellisiin sarakkeisiin valitaan. (Hänninen 2016)

Suodattimet toimivat hieman kuten matemaattinen tai looginen kaava. Työkaluun luodaan sääntöriivejä, joissa valitaan ensin kategoria (Category), eli objektityyppi, jota sääntö koskee. Sitten valitaan ominaisuus, jota sääntö tutkii valitusta osasta (Property). Lopuksi valitaan ehto (Condition), joka kertoo millä tavalla ominaisuutta käsitellään ja annetaan ominaisuuden arvo (Value), jota haetaan. Yksinkertainen sääntö voisi esimerkiksi sisältää kategorian *Part*, jolloin sääntö koskee kokoonpanossa olevia osia. Näiltä osilta tutkitaan ominaisuutta *Name*, eli nimi. Ehdolla *Equals* haetaan nimeä *Nostolenkki*, jolloin sääntö hakee ainoastaan osat, joiden nimi on yhtä kuin *Nostolenkki*.

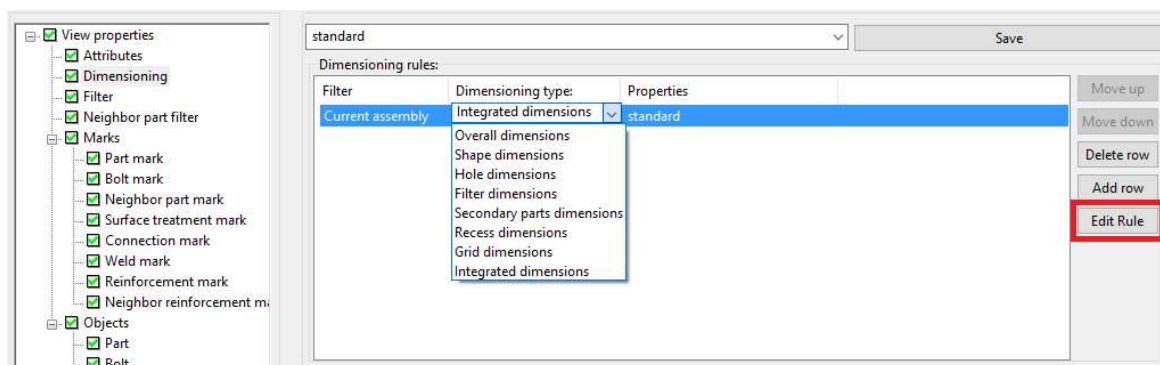
Näitä sääntöriivejä voidaan luoda useita ja yhdistellä sulkumerkeillä, sekä ja- ja tai-säännöillä (And/Or), joilla yhteen suodattimeen voidaan lisätä sääntökokonaisuuksia tai myös vaihtoehtoisia sääntöjä, joista vain yhden on toteuduttava. Suodatin voidaan tallentaa nimellä ja ottaa käyttöön sen mukaan mitä suodatintyyppinä *Filter type* -kohtaan valittiin.

#### 4.5.2 Dimensioning

*Dimensioning*-valikko korvasi *TS* versiosta 21 eteenpäin pysyvästi *Dimensioning Tool* -laajennuksen, sekä *TS*:n vanhan automaattimitoitustyökalun, joka on kuitenkin edelleen valittavissa haluttaessa.

Valikko määrittelee automaattisia mitoitussääntöjä, jotka esiintyvät riveinä kentässä. Perusvalikosta voidaan ainoastaan lisätä ja poistaa sääntöjä, sekä valita niiden tyyppi ja asetustiedosto. Mitoitusasetustiedostoa päästään muokkaamaan valitsemalla sääntöriivi ja klikkaamalla *Edit Rule*-painiketta. (Kuva 24)





Kuva 24. Dimensioning-valikko. Edit Rule -painike korostettu punaisella (Hänninen 2016)

Mitoitustyyppejä on 8 erilaista, joista viittä käytettiin aktiivisesti tässä työssä. *Overall dimensions* päämitoille, *Shape dimensions* reunamuodolle, *Hole dimensions* reikä mitoitukselle, *Recess dimensions* syvennyksien mitoitukselle ja *Filter dimensions* mitoitukseen suodattimien perusteella.

*Integrated dimensions* -tyyppi on TS:n vanha mitoitus työkalu. Kun se on valittuna, *Edit Rule* -painike avaa vanhan automaattimitoitussäätöikkunan.

Säännöistä koottiin jokaiselle näkymälle oma sarjansa sen mukaan mitä osia elementeissä yleensä oli ja missä näkymässä ne haluttiin esitettävän. Ongelmakohtia olivat erityisesti reikä-, reunamuoto- ja syvennyksimitoitukset, joissa oli ongelmia suodattimien toiminnan kanssa. Ongelmia oli myös reikien, syvennyksien ja reunamuodon määrittelyssä, mutta tätä selkeytettiin huomattavasti TS 21.0-versiossa.

Myös raudoitusryhmät todettiin hyvin ongelmalliseksi mitoituksen kannalta, jos raudoitteiden välit vaihtelevat, eikä hyvää ja nopeaa ratkaisua löydetty työn aikana. Käytännössä raudoitusten mitoitus onnistuu automaattisesti, jos raudoitus työkalun luomat ryhmät ”räjäyttää” (explode) ja kokoaa uudelleen pienemmiksi ryhmiksi, mutta tämä oli työlästä, eikä ole yleensä toivottavaa. Mitoituksen tekeminen käsin lienee toistaiseksi paras vaihtoehto.

*Filter dimensions* oli tyypeistä käytännöllisin, koska se antoi mahdollisuuden käyttää työssä luotuja suodattimia elementtien osien mitoittamiseen, eli jokaiselle osalle oli mahdollista luoda juuri sille räätälöity mitoitus sääntö. Varjopuolena oli se, että sääntöjen määrä kasvoi näin suureksi. Tarkalla nimikkeistöllä, joka käsittäisi osien nimeämisen ja luokittelun, sääntöjä olisi mahdollista karsia suunnitteleamalla laajempia yleissääntöjä osille, jotka mitoitetaan samalla tavalla, mutta kun työtä tehtiin jo hyvin pitkällä olevan projektin mallin pohjalta, tämä ei aina ollut mahdollista tai järkevää.

### 4.5.3 Dimensioning rule properties

*Dimensioning rule properties* on valikko, joka avautuu *Edit Rule* -painiketta klikattaessa, jos valittuna on joku uusista mitoitustyypeistä. Valikossa luodaan mitoitussääntöjä, jotka ovat sitten valittavissa *Dimensioning*-valikossa.

Valikko oli suodattimien ohella pääasiallinen työkalu opinnäytetyötä tehtäessä. Loppujen lopuksi lähes jokaiselle erilaiselle osalle päädyttiin luomaan oma mitoitussääntö vaihtelevien mitoitustapojen takia. Jos sääntötyyppi sen sallii, säännölle valittiin valikosta suodatin, jonka perusteella mitoitettavat osat valitaan ja sen jälkeen määritetään mitoitustapa.

Kuva 25. Dimensioning rule properties -valikko. (Hänninen 2016)

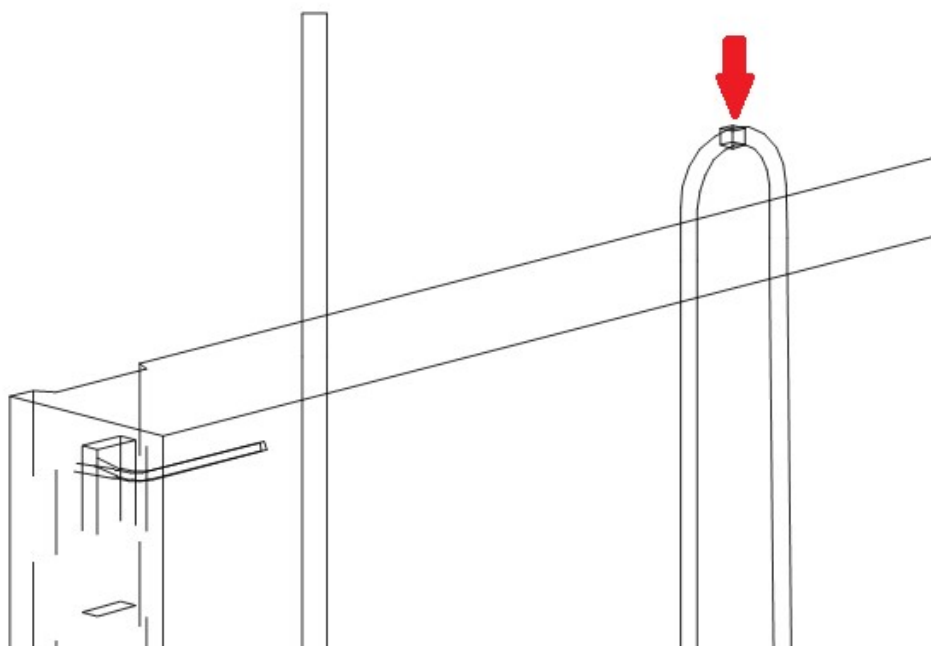
Sääntökohtaisesti mietittäviä asioita olivat muun muassa se minkä kokoonpanon ääripisteen suhteen osat mitoitetaan, mille puolelle kokoonpanoa mitta sijoitetaan ja mihin kohtaan mitoitettavaa osaa mittapiste sijoittuu. Lisäksi valittiin mittaviivalle muotoilutiedosto, *Dimension properties*, joka on jäl-



leen toisessa valikossa säädettävä erillinen asetustiedosto. *Dimension properties* määrittelee esimerkiksi mittaviivan värin, fonttikoot, sekä mahdollisesti mittaviivalle tulevat selitteet.

Erityisen haasteellisia mitoitettavia olivat usein komponentit, jotka itsessään sisältävät useita osia, joista vain yksi tarvitsi mitoitaa. Mitoituksessa piti tällöin hakea kompromissi sen suhteen, mikä asia on tärkeintä esittää mitoituksella, koska mitoituksen kohdistaminen yksittäiseen osaan komponentin sisällä saattoi johtaa siihen, että mitoitus ei hakenut koko komponentin tietoja enää oikein.

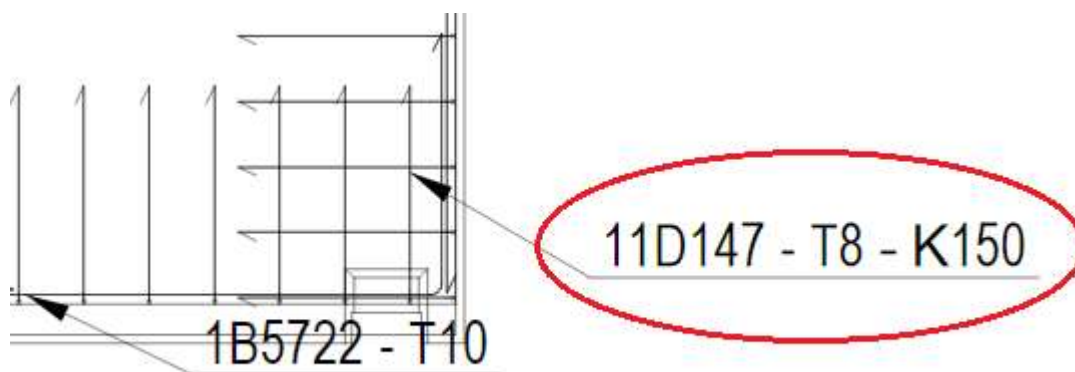
Välillä mittapisteiden kohdistaminen oli täysin mahdotonta, koska työkalu ei esimerkiksi tunnistanut nostolenkkien nostokohtaa automaattisesti. Nostolenkin ollessa epäsymmetrinen tämä tuotti virheitä mitoituksessa. Joissain lenkeissä ongelma on ratkaistu lisäämällä lenkin nostopisteeseen pieni kuuti-on muotoinen osa, johon mitoitus voidaan helposti kohdistaa, mutta toisissa ainoaksi vaihtoehdoksi jäi mittapisteiden siirtäminen manuaalisesti. (Kuva 26)



Kuva 26. Nostolenkin nostopisteen osoittava osa korostettu punaisella nuolella

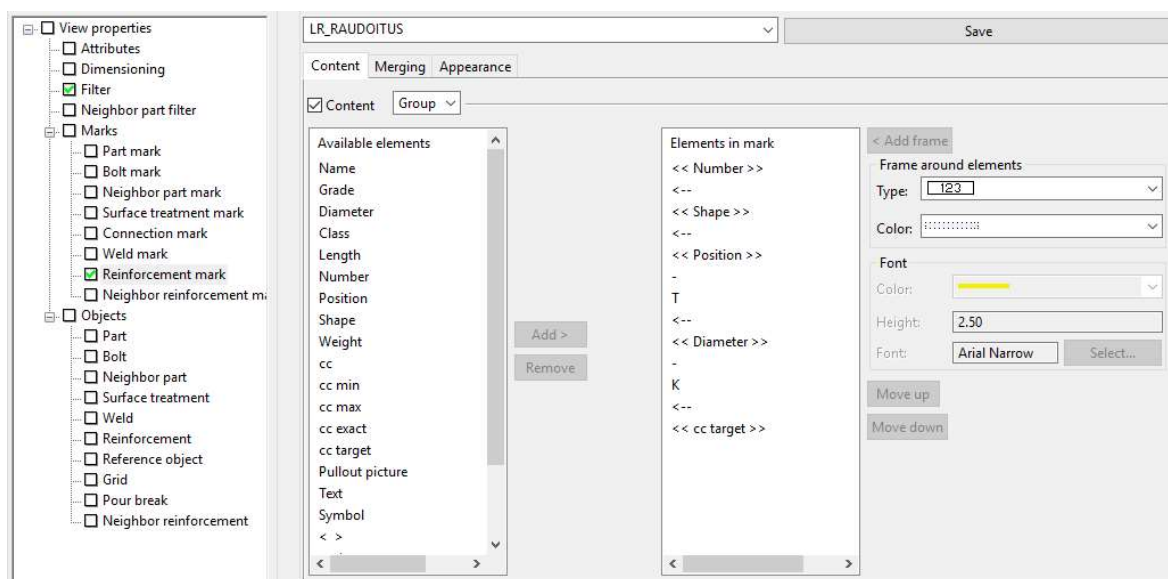
#### 4.5.4 Marks

*Marks* on valikkokokonaisuus, joka sisältää useita alavalikoita, jotka määrittävät eri osatyyppien merkintöjä. Merkintä tarkoittaa piirustukseen lisättävää tekstiä, joka hakee tietoa mallista asetusten perusteella (Kuva 27). Tieto voi olla esimerkiksi merkittävän osan nimi, sekä erilaiset kokotiedot.



Kuva 27. Esimerkkimerkintä. Ympyröity merkintä hakee mallista automaattisesti raudoituslenkkien lukumäärän, muodon (D), sarjanumeron, halkaisijan, sekä raudoitteiden jakovälin. (Hänninen 2016)

Kaikki merkintävalikot toimivat suurin piirtein samalla periaatteella. Pääikkunassa vasemmasta kentästä valitaan halutut tiedot ja siirretään ne oikeanpuoleiseen kenttään, jolloin ne lisätään merkin-tään. Järjestys kentässä määrää tietojen järjestyksen myös merkinnässä. Myös muotoiluasetykset, kuten rivivaihdot ja välilyönnit ovat mahdollisia.



Kuva 28. Reinforcement marks -valikko. Valikossa kuvassa 20 näkyvän merkinnän asetukset. (Hänninen 2016)

Merkintöjä käytettiin työssä raudoitusten ja pintakäsittelyjen esittämiseen, koska niitä ei yleensä mitoiteta mittaviivalla. Muissa osissa tieto pyrittiin lisäämään mittaviivalle.

Merkintöjen puutteena oli, ettei niihin mittojen tavoin voinut lisätä suodattimia, jolla merkittäviä kohteita olisi voinut karsia tai jaotella ryhmiin. Raudoituksille oli mahdollista luoda erilainen merkintä yksittäisille raudoituksille, raudoitusryhmille ja raudoitusverkoille, mutta esimerkiksi nostolenkkejä ei ollut mahdollista erottaa muista raudoitusosista erilaista merkintätapaa varten. Tämä tarkoitti, että merkinnät oli muokattava halutunlaiseksi manuaalisesti.

## 5 TULOKSET

Työn tuloksena laadittiin piirustusohjat väliseinä-, sandwich-, sokkeli- ja laattaelementeille, sekä pilareille ja palkeille. Pohjista on olemassa sekä asetustiedostot, että Aurinkokivi-palvelutalon mallin elementtipiirustuksista luodut kloonausohjat. Piirustusasetuksista kirjoitettiin ohje, jonka avulla asetusten ja kloonausohjien luominen ja jatkokehitys onnistuvat. Ohjat ja ohje ovat Insinööritoimisto Laaturakenne Oy:n tulevaa käyttöä varten, eikä niitä julkaista opinnäytetyön yhteydessä.

Liite 1 sisältää esimerkkipiirustuksia Aurinkokivi-palvelutalon väliseinäelementistä. Piirustuksista tehtiin kolme versiota, joilla havainnollistetaan työn tuloksia. Ensimmäinen versio on kloonattu käyttäen BEC2012-kloonausohjaa. Tässä versiossa ei ole paljon käyttökelpoista sisältöä ja piirustusta täytyy muokata paljon manuaalisesti ennen kuin se voidaan julkaista.

Toinen versio on luotu käyttäen opinnäytetyössä tehtyä väliseinäelementin kloonausohjaa. Piirustusta ei ole muokattu manuaalisesti lukuun ottamatta joidenkin näkymien uudelleenluomista. Kloonausohjaa käytettäessä näkymissä esiintyy ongelmia merkintöjen ja mittaviivojen sijainnin ja tekstien kanssa, mutta näkymän uudelleenluominen ratkaisee ongelmat. Uudelleenluonti tapahtuu avaamalla näkymäasetukset ja klikkaamalla *Modify*-painiketta, jolloin näkymä muokataan sen näkymäasetusten mukaiseksi ja edellä mainitut ongelmat korjaantuvat. Uudelleenluonnin jälkeenkään piirustus ei ole valmis, vaan manuaalista muokkausta tarvitaan edelleen. Pääsääntönä pidettiin, että piirustuksessa olisi tässä tilanteessa hieman liikaa sisältöä, jota sitten lähdetään karsimaan. Mittaviivojen ja merkintöjen lisääminen on työläämpää, kuin ylimääräisten poistaminen, joten tämä todettiin paremmaksi kompromissiksi manuaalisen muokkauksen ja automatiikan välillä.

Kolmas versio on sama piirustus, kuin toinen versio, mutta sitä on selkeytetty manuaalisesti lähinnä siirtelemällä ja poistamalla ylimääräisiä mittoja ja merkintöjä. Muokkauksiin kului aikaa noin 10 minuuttia.

Työn yhteydessä kirjoitettu *Tekla Structures - elementtipiirustusasetukset versiolle 21.0*-ohje sisältää yksityiskohtaisen kuvauksen *Tekla Structures 21.0*-version piirustusasetuksista ja niiden toiminnasta. Sen eri valmiusasteella olevia versioita käytiin läpi säännöllisin väliajoin Laaturakenne Oy:n henkilökunnan kanssa ja muokkauksia tehtiin saadun palautteen perusteella. Ohje on luovutettu Laaturakenne Oy:n käyttöön.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli pienentää piirustusohjien avulla suunnittelussa piirustusten tuottamiseen käytettävää aikaa. Tämä tavoite saavutettiin jossain määrin, mutta piirustuksissa on edelleen osia, jotka täytyy tehdä tai muokata manuaalisesti.

Tuloksista voidaan päätellä, että tietomallinnuksen hyödyt piirustuksia tuotettaessa eivät ole vielä saavuttaneet täyttä potentiaaliaan. Ihannetilanteena voitaisiin pitää sitä, että tietomallinnus on prosessi, jossa piirustusten tuottaminen olisi vain malliin tallennetun tiedon tulostamista paperimuotoon. Opinnäytetyön tulosten perusteella tämä ei ole vielä tänä päivänä todellisuutta, vaan mallin tiedon esittäminen piirustuksissa vaatii paljon työtä käyttäjän taholta.

Täysin toimivaa automatiikkaa ei opinnäytetyössä siis saavutettu, vaan piirustukset vaativat edelleen suunnittelijan manuaalista muokkausta ollakseen julkaisukelpoisia. Muokkaukseen tarvittava aika kuitenkin väheni huomattavasti, koska tehty automatiikka tuottaa piirustukseen paljon valmista sisältöä, joka toimii hyvänä pohjana suunnittelijan työlle.

Työssä käsitelty Tekla Structures sisältää monipuoliset piirustusominaisuudet, mutta säätötyö jää käyttäjän tehtäväksi, mikä on haaste monelle ohjelmaa käyttävälle suunnittelutoimistolle. Prosessi oli työläs ja vaati syvällistä perehtymistä ohjelman toimintaan ennen kuin hyviä tuloksia alkoi syntyä, joten TS:n käyttöönotto vaatii suunnittelutoimistoilta resursseja, joita ei aina ole saatavilla.

Haasteita tuo myös yleisen nimikkeistön puute. BEC2012 ja YTV ovat askeleita oikeaan suuntaan, mutta nekään eivät ota juuri kantaa mallien nimeämiseen ja luokitteluun. Nyt ollaan tilanteessa, jossa nimikkeistö sovitaan projekti- tai toimistokohtaisesti, jolloin vaarana on, että myös piirustusasetuksia joudutaan säätämään jokaisen uuden projektin yhteydessä ja niistä saavutettu hyöty menetetään.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Betoniteollisuus Ry. BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-25]. Saatavissa:

[http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje\\_v104.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v104.pdf)

Betoniteollisuus Ry. BEC2012 Ohje tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-25] Saatavissa:

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23865/BEC2012%20Ohje%20tietomallipohjaisille%20elementtipiirustukset.pdf>

BuildingSMART Finland. Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 5 Rakennesuunnittelu [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-02] Saatavissa:

[https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_5\\_rak.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf)

Buildingsmart.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-02] Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>

Polku: buildingsmart.fi. YTV2012

Elementtisuunnittelu.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-03-10] Saatavissa:

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>

Polku: Elementtisuunnittelu.fi. Suunnitteluprosessi. Mallintava suunnittelu.

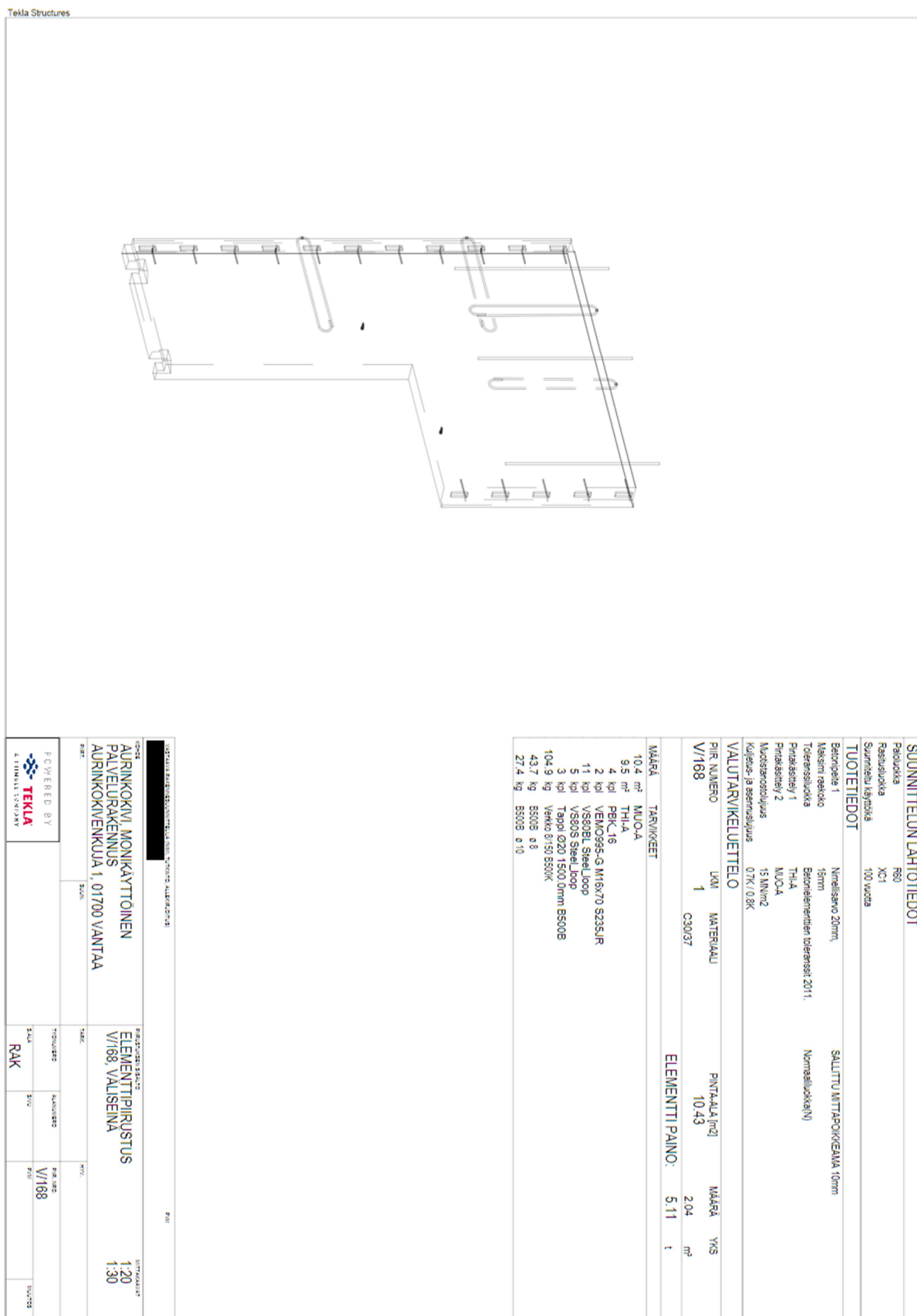
Laaturakenne.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-25] Saatavissa: <http://www.laaturakenne.com>

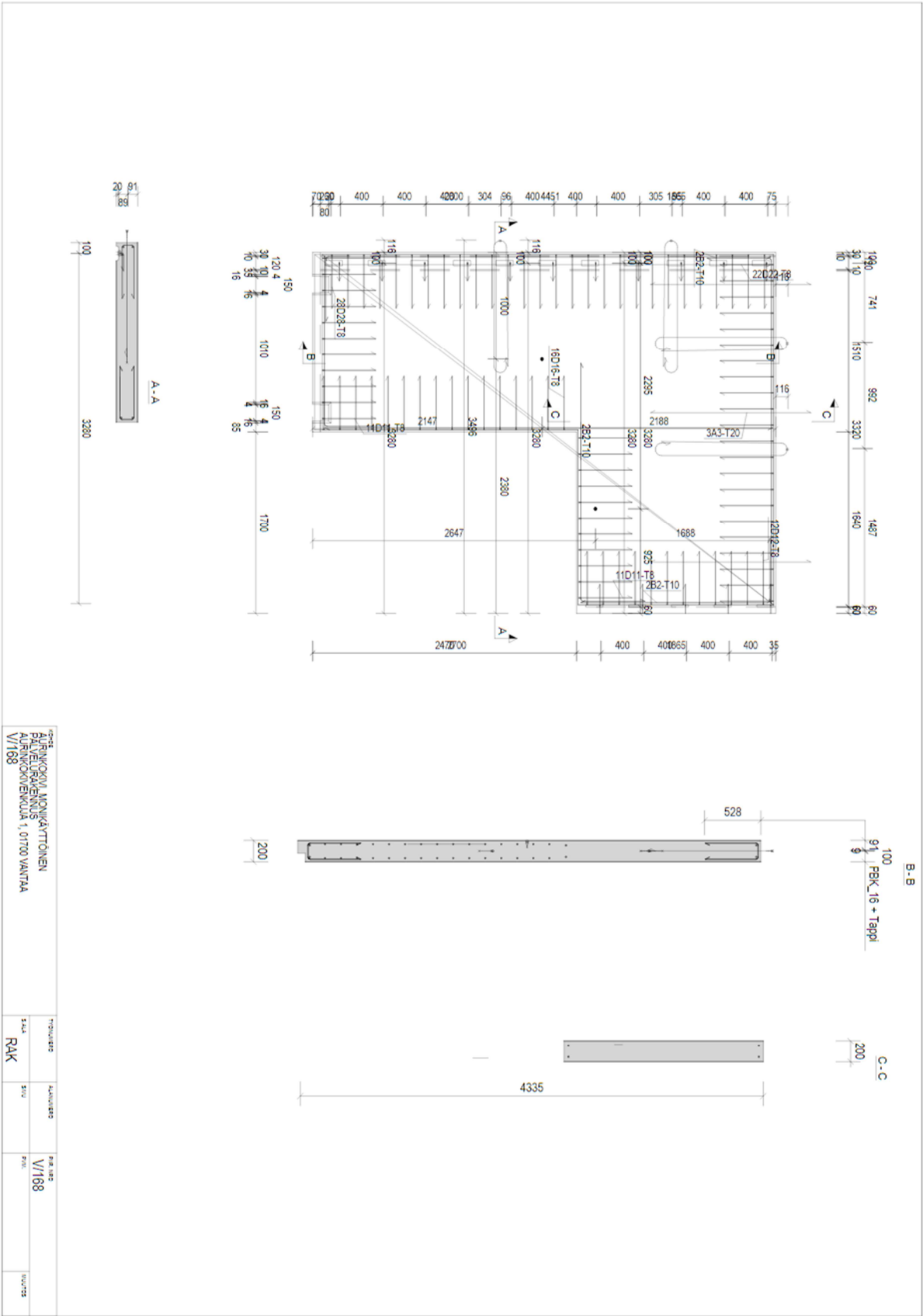
Tekla Oyj. Aurinkokiven palvelukeskus [verkkoaineisto]. [viitattu 2.5.2016] Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/bim-awards-2015/bim-aurinkokivi-service-center-fi.html>

## LIITE 1: PIIRUSTUSESIMERKIT

Versio 1



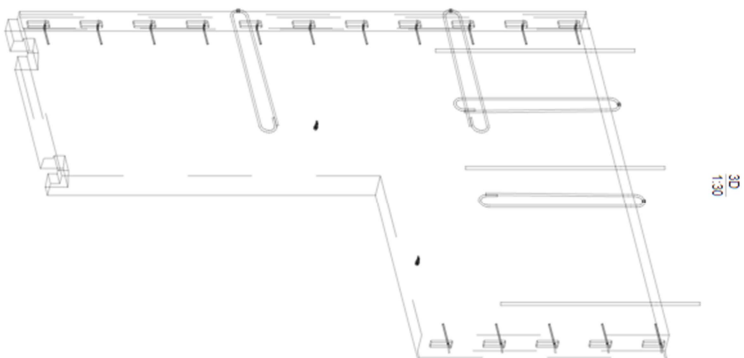












<b>SUUNNITELTUN LAHTIETIEDOT</b>					
Pöytäluokka	B50				
Rakennusluokka	Xc1				
Suunnitelman kategoria	100 vuotta				
<b>TUOTTEETIEDOT</b>					
Seinämateriaali	Normaaliseinä 20mm, 18mm				
Maksimi rakokko	Ekonormien mukaisesti 2011.				
Toimintatila	Normaaliliikenne				
Pintamateriaali 1	Th-A				
Pintamateriaali 2	M.O.A				
Muutostositseilu	15 N/mm <sup>2</sup>				
Käytös- ja seismisuus	07K/10 EK				
<b>VALUTARIVIKELUETTELO</b>					
PIIRINUMERO	VLM	MATERIAALI	PINTALA [m <sup>2</sup> ]	MÄÄRÄ	YKS
V/168	1	C30/37	10.43	2.04	m <sup>3</sup>
			<b>ELEMENTTI PAINO:</b>	<b>5.11</b>	t
<b>MÄÄRÄ TARKKEET</b>					
10.4 m <sup>2</sup>	M.O.A				
9.5 m <sup>2</sup>	Th-A				
4 kpl	PEL_16				
2 kpl	VEMO995-G M16x70 S235JR				
11 kpl	VS80BL Steel Loop				
5 kpl	VS80S Steel Loop				
3 kpl	Tappi Ø20 1500 0mm B500B				
10.4 kg	Vetko 8/150 B500K				
43.7 kg	B500S Ø 8				
27.4 kg	B500S Ø 10				





## LIITE 2: BEC2012 VALUTARVIKEOHJE

Jotta tarvikkeista saadaan raportteihin ja taulukoihin oikeat mitat ja yksiköt, tulee ne mallintaa tietyllä tavalla ja tietyillä tiedoilla. TS:ssä yksikön ja raportoitavan tiedon määrittelee tarvikkeen class attributen arvo.

OSAT	CLASS	YKS	ESIM
EI TULE RAPORTTEIHINTAULUKOIHIN	0		URAT
NIMI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	100	KPL	SBKL HPKM
NIMI + PROFIILI + PITUUS + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	101	KPL	PUTKI,
NIMI + WIDTH + HEIGHT + PITUUS + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	102	KPL	NEOPRENELAPPU
NIMI + PROFIILI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	103	M	NEOPRENENAUHA + SAHATAVARA
NIMI+MATERIAALI+PAKSUUS + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	104	M2	ERISTE
RAUDOITTEET (TARVIKKEET)	CLASS	YKS	ESIM
NIMI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	100	KPL	KIERREHAKA
NIMI + HALKAISIJA + PITUUS + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	101	KPL	TARTUNTA
EI TULE RAPORTTEIHINTAULUKOIHIN	102		
VERKOT	CLASS	YKS	ESIM
NIMI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	100	KPL	LEUKAVERKKO
NIMI + HALKAISUJA/SILMÄKOKO + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	VAPAA	KG	TAVALLISET VERKOT

Kappaleen 8 alun esimerkki TS:ssä:

TARVIKE (TYPPI,KOKO,LAATU)	MÄÄRÄ	YKS	CLASS
EPS150	3,6	m2	Osa 104
OL-E-240	5,8	m2	Osa 104
SBKL 150x150	1,0	kpl	Osa 100
AEP400 PA	5,0	kpl	Osa 100
NEOPREENINAUHA 20x10 SHORE60	14,2	m	Osa 103
NEOPREENI 200x300 SHORE60	2,0	kpl	Osa 101
NEOPREENI 8 mm	0,5	m2	Osa 104
Tappi T16 L=1200 A500HW	2,0	KPL	Raudoite 101
VAKIOTERÄSPUTKI 100X60 S=2 mm	4,0	KPL	Osa 100
TW25 I=1800 M24-170	4,0	KPL	Raudoite 101
PUUTAVARA 50X100 SAHATTU	7,6	m	Osa 103
KIERRESAUMAPUTKI D150 L=380	6,0	KPL	Osa 101
PUTKILÄPIVIENTIVARAUS PLV 50X90	2,0	KPL	Osa 100
S-PISTEKOLO	2,0	KPL	Osa 100
SEWATEK-LÄPIVIENTI	1,0	KPL	Osa 100
NOSTOLENKKI JB20	2,0	kpl	Osa tai raudoite 100
NOSTOLENKKI PB16 LISÄTAIVUTUS	2,0	kpl	Osa tai raudoite 100
TERÄSVERKKO 8-150 B500K	12,8	KG	Vapaa class
LEUKAVERKKO L18/10 B500K	6,0	KPL	Verkko 100
KIERREHAKA K7 750x750 60 kier B400	2,0	KPL	Raudoite 100
KLINKKERILAATTA	12,5	m2	
KL 285x85/85 SAHARA SILEÄ	268,0	kpl	
ERIKOISTERÄSOSA KTS KUVA	4,0	kpl	Osa 100

HUOM1: Jos valutarvikkeen materiaali on ”Undefined” materiaali ei tule listautua taulukoihin.



## LIITE 3: TEKLA STRUCTURESIN NUMEROINTISUOSISTUS

Nimi	Name	Class	Assembly	Part	Plate	Rakenneseosa	Structure	TERÄS / STEEL
PYSYVÄRAKENNEEET	VERTICAL STRUCTURES	1-20	Prefix and start number					Oletusosa / default profile
VALSSATTU PILARI	ROLL COLUMN	1	C1	P1	L1	Valssattu pilari	Hot rolled column	HEA300
WI_PILARI	WI_COLUMN	2	WC1	WP1	L1	Hitsattu I-pilari	Welded I/H column	W1400-10-15x200
WP_PILARI	WB_COLUMN	3	WC1	WP1	L1	Hitsattu kotelopilari	Welded box column	WB400-20-20x400/25
PUTKIPIILARI	PIPE COLUMN	4	C1	P1	L1	Putkipilari, pyöreä tai suor	Pipe column, round or re	P200*200*10
SEINA_SIDE	VER_BRACE	5	VI	VP1	L1	Seinäside	Vertical brace	CFRHS200*5
SEINA_WB_SIDE	VER_WB_BRACE	6	WV1	VP1	L1	Hitsattu koteloseinäside	Welded box brace	WB400-20-20x400/25
KEHYSLEMENTTI	FRAME	7	F1	FP1	L1	Ikkuna-, ovi- tai	Window, door or	CFRHS100*4
EXTRA_OSA	EXTRA_PART	20	EX1	EXP1	EXL1	aukkokehys	opening frame	
EXTRA_OSA	EXTRA_PART	20	EX1	EXP1	EXL1	Extra-osa	Extra part	
VAAKARAKENNEEET	HORIZONTAL STRUCTURES	21-40						
SEKUNDAARI_PALKKI	SEC BEAM	21	SB1	P1	L1	Sekundaärpalkki	Secondary beam	IPB200
PRIMAARI_PALKKI	PRIM BEAM	22	B1	P1	L1	Primäärpalkki	Primary beam	IPB300
WI_PALKKI	WI_BEAM	23	W1	WP1	L1	Hitsattu I-palkki	Welded I-beam	W1400-8-15x200
WI_KATTILAPALKKI	WI_BOILER_BEAM	24	W1	WP1	L1	Hitsattu I-palkki	Welded I-beam in a boiler building	W11000-20-25x300
WB_KATTILAPALKKI	WB_BOILER_BEAM	25	W1	WP1	L1	WB-palkki kattilapalkkina	Welded box beam in a	WB1000-15-20x300/25
TASO_SIDE	HOR_BRACE	26	H1	1	L1	Tasoside	Horizontal brace	CFRHS150*5
NOSTINPALKKI	HOIST BEAM	27	HB1	P1	L1	Hitsattu tai valssattu I-palkki	Welded or hot rolled I-beam	HEB300
NOSTURIRATA_PALKKI	CRANE BEAM	28	HR1	HRP1	HL1	Nosturiratapalkki	Crane beam	HEB300
HQ_PALKKI	HQ_BEAM	29	HQ1	HQP1	WQ1	HQ-palkki	HQ beam	HQ320-5-15x190-15x500
WQ_PALKKI	WQ_BEAM	30	WQ1	WQP1	WQ1	WQ-palkki	WQ beam	WQ320-5-15x190-15x500
DELTA_PALKKI	DELTA_BEAM	31	D1	DP1	DL1	Delta-palkki	Delta beam (Peikko)	D32-300
KVATRO_PALKKI	KVATRO_BEAM	32	KV1	KVP1	KVPL1	Kvatro-palkki	Kvatro beam (Teräselementti)	
KYNNELLEVY	CHEC PLATE	33	CP1		CP1	Kynnellevy	Steel plate with checked pattern	
EXTRA_OSA	EXTRA_PART	34	EX1	EXP1	EXL1	Extra-osa	Extra part	
RISTIKKORAKENNEEET	TRUSS STRUCTURES	16						
RISTIKKO	TRUSS	16	TR1	TP1	TL1	Ristikko	Truss	
ASENNUSOSAT	ERECTION PARTS	17						
ASENNUSLEVY	EREC_PLATE	17	EPL1		EL1	Yksittäisiä asennusosia. Käytetään mahd. ilman kokoonpanotunnusta, koska ei asetettavissa kaikkissa systeemiiliitoksissa.	Loose parts used in erection of a building. Possibly without assembly prefix as they cannot be set on some system connections.	
ASENNUSOSA	EREC_PART	17	EP1	EP1				
L-TERÄKSET (LIITOKSISSA)	CLIP ANGLES (IN CONNECTIONS)	18						
L_TERÄS	CLIP_ANGLE	18	X1	XP1	XP1	L-teräs liittokseessa	Clip angle	
PORTAAT JA TIIRKAAT	STAIRS AND LADDERS	41-50						
PORRAS	STAIR	41	SS1	SSP1	SSL1	Porrasreijilankku	Load bearing stair beam	UNP160
ASKELMÄ	STEP	42	ST1	STP1	STL1	Porrasaskelma	Stair step	

KÄSIKAIDE	RAILING	43	EHR1	EHRP1	EHRL1	Elementtikaide	Stair assembly	
KÄSIKAIDE	RAILING	44	HR1	HRP1	HRL1	Irtokaide	Stair assembled at construction site	
TIKAS	LADDER	45	LRI	LRP1	LRL1	Tikas	Ladded	
<b>VALUTARVIKKEET</b>		<b>EMBEDS (IN CONCRETE)</b>						
VALUTARVIKE	EMBED	99				Valutarvike	Embed	
VALUTARVIKE	EMBED	100				Vakio valutarvike	Standard embed	
VALUTARVIKE	EMBED	101	EX1	EXP1	EXL1	Erkois valutarvike	Special embed	
<b>KUORIRAKENTEET</b>		<b>CLADDING STRUCTURES</b>						
POIMULEVY	CORRUGATED SHEET	102	CS1	CSP1	CSP1	Poimulevy	Corrugated sheet	
FASETTI	FACET	103	LAI	LAP1	LAP1	Rannila Fasetti	Facet (Rannila)	
KASETTI	CASETTE	104	CAI	CAP1	CAP1	Rannila Liberta	Liberta (Rannila)	
SW_PANEELI	SW_PANEL	105	SP1	SP1	SP1	Rannila Panel 3lock	Panel 3lock (Rannila)	
KASETTI	CASETTE	106	LTI	LTI	LTI	Rannila Casetti	Casette (Rannila)	
ORSI	PURLIN	107	PU1	PUP1	PUP1	Teräselementti Kvatro	Kvatro (Teräselementti)	
NORDICON	NORDICON	108	NO1	NOP1	NOP1	C-, H- tai Z-orsi	Cold rolled purlin	
PELTI	SHEET	109	FLI	FLP1	FLP1	TC-, TU-, tai TUL-Nordicon	TC, TU or TUL purlin (Ruukki Nordicon)	
K_POIMULEVY	BEARING SHEET	110	CS1	CSP1	CSP1	Peltitykset	Sheetings	
						Load bearing corrugated sheet		
SW_PANEELI	SW_PANEL	111	CE1	CEP1	CEP1	Kantava poimulevy	Load bearing corrugated sheet	
						Kvatro panel		
						Teräselementti Kvatro	(Teräselementti)	
<b>Nimi</b>	<b>Name</b>	<b>Class</b>	<b>Cast Unit</b>	<b>Part</b>	<b>Plate</b>	<b>Rakenneseosa</b>	<b>Structure</b>	<b>BETONIELEMENTTI / CONCRETE ELEMENT</b>
<b>Runkoelementit</b>	<b>Framework elements</b>	<b>201-209</b>	<b>Prefix and start number</b>					
PILARI	COLUMN	201	P1			Suorakaidepilari	Rectangle beam	Oletusosa / default profile
PILARI	COLUMN	202	P1			Pyöreä pilari	Round column	D380
SUORAKAIDEPALKKI	RECTANGLE_BEAM	203	JK1			Jännebetonipalkki, suorakaide	Rectangle beam, prestressed	780*380
SUORAKAIDEPALKKI	RECTANGLE_BEAM	204	K1			Suorakaidepalkki	Rectangle beam	780*380
LEUKAPALKKI	GNATHIC_BEAM	205	JK1			Jännitetty leukapalkki	Gnathic beam, prestressed	RCL300*600-400*150
LEUKAPALKKI	GNATHIC_BEAM	206	K1			Leukapalkki	Gnathic beam	RCL300*600-400*150
MATALALEUKAPALKKI	LOW GNATHIC_BEAM	207	JK1			Matalaleukapalkki	Gnathic beam, low height	RCDL280*375*580*100*100
HI-PALKKI	RIDGE_I-BEAM	208	HI1			HI-palkki	Ridge I-beam	
I-PALKKI	I-BEAM	209	I1			I-palkki	I-beam	
<b>Laattaelementit</b>		<b>Slab elements</b>						
ONTELOLAATTA	HOLLOW_CORE_SLAB	210	OLI			Ontelolaatta	Hollow core slab	P27(265X1200)
KUORILAATTA	FLOOR_PLANK	211	KL1			Kuorilaatta	Floor plank below a cast in situ slab	KL100(100X1200)
TT-LAATTA	TT-SLAB	212	TT1			TT-laatta	TT-slab	TT350*356-120-50-1460-0.03-150-0.25
HTT-LAATTA	RIDGE_TT-SLAB	213	HTT1			HTT-laatta	Ridge TT-slab	



PORRASLAATTA	STAIR_SLAB	214	L1			Porraslaatta	Stair slab	260*3000
LEPOTASOLAATTA	LANDING	215	L1			Lepotasolaatta	Landing	260*3000
TEK-LAATTA	TEK-SLAB	216	IEK1			TEK-Laatta	TEK-slab	
<b>Seläntelementit</b>								
<b>Wall elements</b>		220-229						
SANDWICH	SANDWICH	220	R1			Ei-kantava sandwich	Non bearing sandwich	
SANDWICH	SANDWICH	221	S1			Kantava sandwich	Bearing sandwich	
SOKKELI	SOCLE	222	ARI			Ei-kantava sokkeli	Non bearing socle	
SOKKELI	SOCLE	223	ASI			Kantava sokkeli	Bearing socle	
SOKKELI	SOCLE	224	AVI			Sokkeli	Socle	
ULKOKUORI	OUTER_SHELL	225	KE1			Ulkokuori	Outer shell	2985*70
SISAKUORI	INNER_SHELL	226	RK1			Ei-kantava sisäkuori	Non bearing inner shell	2950*80
SISAKUORI	INNER_SHELL	227	SK1			Kantava sisäkuori	Bearing inner shell	2450*180
VALISEINA	INTERNAL_WALL	228	V1			Väliseinä	Internal wall	2685*200
MAANPAINESEINA	GROUND_PRESSURE_WALL	229	MP1			Maanpaineseinä	Ground pressure wall	2685*200
<b>Parveke-elementit</b>								
<b>Balcony elements</b>		250-						
PARVEKELAATTA	BALCONY_SLAB	250	CLI			Parvekealaatta	Balcony slab	
PARVEKEPILARI	BALCONY_COLUMN	251	CP1			Parvekepilari	Balcony column	D250
PARVEKEPIELI	BALCONY_WALL	252	M1			Parvekepieli	Balcony wall	2985*180
PARVEKEKAIDE	BALCONY_RAILING	253	Z1			Parvekekaide	Balcony railing	1080*100
PARVEKEKATTOLOATTA	BALCONY_ROOF	254	CL1			Parvekeen kattolaatta	Balcony roof slab	
<b>Muut elementit</b>								
<b>Other elements</b>		260-						
PAALU	PILE	260	PA1			Paalu	Pile	
HISSIKUILU	ELEVATOR_SHAFT	261	HKU1			Hissikuilu	Elevator shaft	
HISSIKATTO	ELEVATOR_ROOF	262	HKA1			Hissikatto	Elevator roof	
HISSIPOHJA	ELEVATOR_FLOOR	263	HPO1			Hissipohja	Elevator floor	
PORRASELEMENTTI	STAIR	264	PO1			Porraslementti	Stair element	

Nimi	Name	Class	Cast Unit	Part	Plate	Rakennese	Structure	PAIKALLAVATU / CAST IN SITU
<b>Perustukset</b>		310-						
ANTURA	FOOTING	302	PV-A1			Antura	Pad footing	1500*1500
PAALUANTURA	PILE FOOTING	303	PV-PA1			Paaluantura	Pile cap footing	1500*1500
PERUSPILARI	FOUNDATION_COLUMN	304	PV-PP1			Peruspilari	Foundation column/pillar	480*480
PERUSMUURI	FOUNDATION_WALL	305	PV-PM1			Perusmuuri	Foundation wall	300*600
SOKKELIPALKKI	SOCLE	306	PV-SP1			Sokkelipalkki	Socle beam	300*600
KONEPERUSTUS	MACHINE FOUNDATION	307	PV-KP1			Koneperustus	Machine foundation in a factory	
<b>Käynnöskorakenteet</b>		320-						
<b>Framework structures</b>		320-						
PILARI	COLUMN	320	PV-P1			Pilari	Column	480*480
PALKKI	BEAM	322	PV-K1			Palkki	Beam	780*380
LAATTA	SOLID_SLAB	323	PV-L1			Laatta	Slab	200
LEPOTASOLAATTA	LANDING	324	PV-LI1			Lepotasolaatta	Landing	250
MAANVARAINENLAATTA	GROUND_SLAB	325	PV-ML			Maanvarainenlaatta	Solid slab on ground	100
PINTALAATTA	SURFACE_SLAB	326	PV-PL			Pintalaatta	Solid slab on a plank or hollow core slab	60

SEINÄ	WALL	324	PV-VI			Seinä	Solid wall	2685*200
<b>Littorakenteet</b>	<b>Composite structures</b>	<b>330-</b>						
LITTOPIILARI	COMPOSITE_COLUMN	330	LP1			Littopilar	Composite column	
LITTOPALKKI	COMPOSITE_BEAM	331	LK1			Littopalkki	Composite beam	
LITTOALAJA	COMPOSITE_SLAB	332	LI1			Littolaatta	Composite slab	
<b>Muut rakenteet</b>	<b>Other structures</b>	<b>340-</b>						
TILISEINÄ	BRICK_WALL	340	M-TS1			Tiliseinä	Brick wall	
HARKKOSEINÄ	BLOCK_WALL	341	M-HS1			Harkkoseinä	Block wall	
ERISTE	INSULATION	342	ER1			Enste	Thermal insulation	
KANAALISEINÄ	CHANNEL_WALL	343	PV-KAS1			Kanaalin, seinä	Channel wall	
KANAALIPOHJA	CHANNEL_FLOOR	344	PV-KAP1			Kanaalin, pohja	Channel floor	
PORRAS	STAIR	345	PV-PO1			Porras	Stair	
PORRASHUONE	STAIR_ROOM	346	PV-PH1			Porrashuone	Stair room	
HISSIKUILU	ELEVATOR_SHAFT	347	PV-KH1			Hissikuilu	Elevator shaft	
MUOTTELPELTI	MOULD_SHEET	348	MUP1			Muottipelti	Corrugated sheet working as a slab mould	

Nimi	Name	Class	Cast Unit	Part	Plate	Rakenneosa	Structure	RAIKKI MATERIAALI / ALL MATERIALS
<b>Valmiit rakenteet</b>	<b>Existing structures</b>	<b>400-</b>	<b>Prefix and start number</b>					<b>Oletusosa / default profile</b>
NYKYINEN	EXISTING	400	NYK1	NYK1	NYK1	Olemassaoleva	Existing structure	
PURETTAVA	TO_BE_DEMOLISHED	401	PUR1	PUR1	PUR1	Purettava rakenne Esimerkiksi toisen yhtiöksen suunnittelema rakenne, joka esitetään referenssinä	Structure to be demolished	
REFERENSSI	REFERENCE	402	REF1	REF1	REF1		Reference structure (e.g. structure designed by another company)	

Nimi	Name	Class	Rebar			Rakenneosa	Structure	REINFORCEMENT
<b>Elementtien raudoitteet</b>	<b>Element reinforcement</b>	<b>500-</b>						
PÄATERÄS	MAIN_BAR	500	" / 1"			Pääteräs	Main bar	20
HAKA	STIRRUP	501	" / 1"			Haka	Stirrup	8
RIPUSTUSTERÄS	HANG_BAR	502	" / 1"			Ripustusteräs	Hang bar	8
NOSTOLENKKI	LIFTING_ANCHOR	503	" / 1"			Nostolenkki	Lifting anchor	φ12
TARTUNTA	DOWEL	504	" / 1"			Tartunta	Dowel	16
JÄNNEPUNOS	STRAND	505	" / 1"			Jännepunos	Strand	12,6
<b>Erikkiset rakenneosat esim. anturat</b>	<b>Separate structures e.g. footings</b>	<b>520-</b>						
PÄATERÄS	MAIN_BAR	520	RP1			Pääteräs	Main bar	20
HAKA	STIRRUP	521	RH1			Haka	Stirrup	8
RIPUSTUSTERÄS	HANG_BAR	522	RRI1			Ripustusteräs	Hang bar	8
NOSTOLENKKI	LIFTING_HOOK	523	RNI1			Nostolenkki	Lifting hook	φ12
TARTUNTA	DOWEL	524	RI1			Tartunta	Dowel	16
SISÄTERÄS	INSIDE_BAR	525	RS1			Sisäteräs	Inside_bar	20

ULKOTERAS	OUTSIDE_BAR	526	RU1				Ulkoteräs	Outside_bar	20
LISATERAS	SIDE_BAR	527	RL1				Lisäteräs	Side_bar	20
<b>Paikallavaiun raudoitteet</b>	<b>Cast in situ reinforcement</b>	<b>540-</b>							
yPy	uSt	540	yPy1				Yläpinnan ylempi teräs	Upper surface top bar	12
yPa	uSb	541	yPa1				Yläpinnan alempi teräs	Upper surface bottom ba	12
aPy	lSt	542	aPy1				Alapinnan ylempi teräs	Lower surface top bar	12
aPa	lSb	543	aPa1				Alapinnan alempi teräs	Lower surface bottom ba	12
<b>Verkot</b>	<b>Meshes</b>	<b>560-</b>							
ypsUORAKAIDE	usRECTANGLE	561	SV1				Suorakaideverkko	Rectangle mesh	8/8 150/150
apsUORAKAIDE	lsRECTANGLE	561	SV1				Suorakaideverkko	Rectangle mesh	8/8 150/150
TAIVUTETTU	BENT	561	TV1				Taivutettu verkko	Bent mesh	8/8 150/150
ypMONIKULMIO	uspOLYGON	561	MV1				Monikulmio	Polygon	8/8 150/150
apMONIKULMIO	lspOLYGON	561	MV1				Monikulmio	Polygon	8/8 150/150

## LIITE 4: TEKLA STRUCTURES -ELEMENTTIPIIRUSTUSASETUKSET (SALAINEN)